

FOERSTER  
BAUMATERIALIEN-  
KUNDE

II. HEFT 2. Lieferung

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300568





LEHRBUCH  
DER  
BAUMATERIALIENKUNDE

ZUM GEBRAUCHE AN  
TECHNISCHEN HOCHSCHULEN UND ZUM SELBSTSTUDIUM

VON

**MAX FOERSTER**

ORD. PROFESSOR FÜR BAUINGENIEUR-WISSENSCHAFTEN AN DER KÖNIGL. SÄCHS. TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE ZU DRESDEN

HEFT II — 2. LIEFERUNG

DIE KÜNSTLICHEN STEINE

ZWEITER TEIL.

DIE ZIEGELSTEINE UND TONWAREN

MIT 203 ABBILDUNGEN IM TEXT

A/584

LEIPZIG  
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN  
1911



1307031



~~III 17881~~

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, werden vorbehalten.

Druck der Königl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz A. G., Würzburg.

300-B-156/2016  
Akc. Nr. 1470/51

## Vorwort.

---

Nach längerer Zeitspanne erscheint die Fortsetzung des Lehrbuches über Baumaterialienkunde in dem vorliegenden zweiten Teile der „künstlichen Steine“, der sich mit den Ziegeln, ihrem Rohmaterial, dessen Auftreten, seinen Eigenschaften, seiner Vorbereitung und Verarbeitung und anschließend mit der Formgebung und Verfertigung der Ziegel sowie deren verschiedenen, im Baufache verwendeten Arten befaßt. Dabei ist, wie bei den früheren Lieferungen des Werkes, in allererster Linie auf die Bedürfnisse der Architekten und Bauingenieure eingegangen, für welche das vorliegende Lehrbuch bestimmt ist; deshalb bringt die vorliegende Bearbeitung auch — namentlich im Hinblick auf die maschinellen Hilfsmittel, die gerade hier eine besondere Rolle spielen, weniger Einzelheiten als die Werke, welche sich an den Keramiker selbst wenden, sondern sie bemüht sich, nur das grundsätzlich Wichtige, dessen Verstehen für die Eigenart und die Eigenschaften der Ziegel für den Baufachmann von Bedeutung erscheint, in zusammengefaßter Form zu erörtern.

Dabei ist auch dem Rohstoffe, dessen geologischem Vorkommen und dessen chemischer Zusammensetzung wegen seiner grundlegenden Bedeutung für die gesamte Fabrikation ein breiterer Raum eingeräumt worden.

Möge es dem Verfasser gelungen sein, aus der übergroßen Menge des vorliegenden Stoffes das herausgewählt und herausgehoben zu haben, das für die Materialkenntnis des Architekten und Bauingenieurs bedeutungsvoll ist; möge auch die vorliegende Lieferung dazu beitragen, das leider noch heute in den genannten Baukreisen nicht selten wenig rege Interesse an der Materialkunde zu beleben und zu vertiefen, zugunsten einer besseren technischen Allgemeinbildung.

Zu besonderer Freude gereicht es mir, auch an dieser Stelle der Verlagsfirma Wilhelm Engelmann zu Leipzig meinen besonderen Dank und meine uneingeschränkte Anerkennung für die Ausstattung der vorliegenden Lieferung aussprechen zu können.

Die weiteren Abschnitte sind soweit vorbereitet, daß die Fertigstellung des gesamten Werkes in Jahresfrist in bestimmte Aussicht gestellt werden kann. Der nächste Teil: „Das Holz“ befindet sich bereits im Druck.

Dresden im Februar 1911.

Professor M. Foerster.

# Inhaltsverzeichnis.

Die Ziegelsteine und Tonwaren.		Seite
Kapitel XIII. Geschichtliche Notizen über die Entwicklung des Ziegelbaues . . . . .		247—250
§ 41. Die Grundzüge der geschichtlichen Entwicklung . . . . .		247—250
Kapitel XIV. Das Rohmaterial zur Herstellung der Ziegelsteine und Tonwaren . . . . .		250—270
§ 42. Die Entstehung der Tonlager . . . . .		250—252
§ 43. Die Tonsubstanz und die Tonablagerungen in der Natur . . . . .		252—254
§ 44. Die verschiedenen Arten des Tones . . . . .		254—256
§ 45. Die Normalfärbung der Tone beim Brennen . . . . .		257—258
§ 46. Schädliche Beimengungen im Rohtone . . . . .		258—262
§ 47. Magerungs- und Flußmittel . . . . .		262—263
§ 48. Die Prüfung des Rohtons . . . . .		264—270
Kapitel XV. Das Aufbereiten und Gleichartigmachen (Homogenisieren) des Tones . . . . .		270—283
§ 49. Die Gewinnung und Aufbereitung des Ziegeltons im allgemeinen, das Auswintern, Aussommern und Einsumpfen . . . . .		270—273
§ 50. Das Gleichartigmachen (Homogenisierung) der Tone durch Maschinen und besondere mechanische Vorrichtungen . . . . .		273—283
Kapitel XVI. Das Formen, Trocknen und Brennen der Ziegelwaren . . . . .		284—301
§ 51. Das Formen der Ziegelwaren . . . . .		284—294
§ 52. Transportgeräte und Vorrichtungen bei der Ziegelherstellung . . . . .		295—296
§ 53. Das Trocknen der Ziegelwaren . . . . .		296—301
Kapitel XVII. Das Brennen und Nachbehandeln der Ziegelwaren . . . . .		302—315
§ 54. Der Brennbetrieb im allgemeinen . . . . .		302—305
§ 55. Die allgemeine Anordnung der Brennöfen . . . . .		305—313
§ 56. Das Graufärben, Engobieren und Glasieren der Ziegelwaren . . . . .		314—315
Kapitel XVIII. Die Ziegelwaren und ihre Eigenschaften . . . . .		316—345
§ 57. Mauersteine . . . . .		316—331
§ 58. Dachsteine . . . . .		331—338
§ 59. Tonrohre, Tonplatten, Terrakotten und Ofenkacheln . . . . .		338—343
§ 60. Ausblühungen von Ziegelsteinen . . . . .		343—345
Literaturnachweisung . . . . .		345—346
Sachverzeichnis . . . . .		347—350

# Die Ziegelsteine und Tonwaren.

## Kapitel XIII.

### Geschichtliche Notizen über die Entwicklung des Ziegelbaues<sup>1)</sup>.

#### § 41. Die Grundzüge der geschichtlichen Entwicklung.

Schon in den ältesten geschichtlichen Zeiten wurden, wahrscheinlich nach dem Vorgange der alten ostasiatischen Kulturländer, zunächst ungebrannte, an der Sonne getrocknete, später gebrannte, dann auch glasierte Kunststeine aus Ton zu baulicher Verwendung benutzt; so finden wir, daß viele der ältesten bekannten, auf unsere Tage hinüber geretteten Bauten Ägyptens<sup>2)</sup> wie Kleinasiens, im Inneren aus ungebrannten Tonsteinen hergestellt, im Äußeren mit gebrannten Ziegeln und Platten verkleidet sind. Viele dieser Bauten, im besonderen im Euphrat und Tigristale<sup>3)</sup>, zeigen auch schon die hochentwickelte Kunst, Steine in dauerhaften Tönungen zu glasieren, und aus ihnen größere farbige Tonreliefs von hervorragender Schönheit und Farbenpracht zusammzusetzen<sup>4)</sup>. Gebrannte Tonplättchen wurden auch im alten Griechenland neben der Verwendung von Backsteinen im Tempel- und Burgbau zur Umschließung von Holzbalken verwendet<sup>5)</sup>.

<sup>1)</sup> Z. T. nach Dümmler, Handbuch der Ziegelfabrikation. Halle a. S. W. Knapp. 1900. I. S. 3 u. f.

<sup>2)</sup> Herodot berichtet (liber. II, Kap. 136), daß in Ägypten neben Steinpyramiden, deren Kern nicht selten aus Luftziegeln hergestellt worden sei, auch solche ganz aus Ziegeln erbaut wurden; an einer solchen ließ König Achysis eine Steintafel mit folgender Inschrift anbringen: „Halte mich nicht gering im Vergleich mit den steinernen Pyramiden, denn ich rage vor Ihnen ebenso hervor, wie Zeus vor den übrigen Göttern; denn mit der Stange in den See stehend, sammelten sie, was von Schlamm an der Stange hängen blieb, strichen Ziegel daraus und erbauten mich auf solche Weise.“

<sup>3)</sup> Herodot berichtet z. B. (liber. I. Kap. 178—179) über die Mauer Babylons, und die Herstellung der gebrannten Ziegel. Vgl. auch I. und II. Buch Moses (Ziegelstreichen in Ägypten), sowie Diodor, II. Buch, Kap. 8 (über die figürlichen Darstellungen an der babylonischen Mauer).

<sup>4)</sup> Aller Wahrscheinlichkeit nach wurden diese Reliefs aus zunächst nur an der Sonne getrockneten Steinen zusammengefügt, aus denen alsdann das Reliefbild plastisch im Zusammenhange herausgearbeitet und mit Glasurmasse bemalt wurde; hierauf wurde das Bildwerk wieder auseinandergenommen, die einzelnen Steine wurden unter Verwendung von Holz als Brennmaterial in Feldöfen gebrannt und nach Abschluß dieses Prozesses schließlich wieder endgültig zum Bildwerke zusammengesetzt. — Vergl. u. a. Kunstgeschichte von A. Schulz.

<sup>5)</sup> Vgl. Z. d. B. 1886, S. 197. Über die griechischen Ziegelbauten gibt u. a. Auskunft Pli-nius (35. Buch, Kap. 49).

Auch die Etrusker gebrauchten vielfach ungebrannte Lehmsteine zum Hausbau, gebrannte Tonplatten zu Eindeckungsarbeiten<sup>1)</sup>, als Ziersteine an Giebeln, Traufen usw. Auch die Römer<sup>2)</sup> benutzten zunächst nur Luftsteine — hergestellt aus Ton, mit geschnittenem Stroh und ähnlichen Stoffen vermengt —, während gebrannte Ziegel allgemein erst von der Zeit des Kaisers Augustus an Anwendung fanden, alsdann aber bis in das vierte Jahrhundert hinein den bevorzugten Baustoff<sup>3)</sup>, auch für die Eindeckung der Dächer<sup>4)</sup> bildeten.

Daß die Kunst Roms sich auch auf die von ihm abhängigen Kolonien ausdehnte, war naturgemäß. Die Zeit der Völkerwanderung und die ihr folgenden Jahrhunderte brachten keine Weiterentwicklung, sondern einen Stillstand, ja z. T. einen Rückgang in der Herstellung gebrannter Ziegelsteine; wurde doch das Baumaterial zu Neubauten entweder der Natur oder — und dies bildete vielfach die Regel — älteren Römerbauten entnommen. Hierin Wandel zu schaffen, blieb der arabischen Herrschaft vorbehalten, welche der keramischen Kunst des Orients in Europa — im besonderen in Spanien — eine neue Heimat gab und Ziegelbauten schuf, die in kunstvollster Weise in allen ihren Teilen mit glasierten Tonplatten — nach kleinasiatischer Art — verkleidet waren. Von hier aus ging alsdann diese Kunst nach Frankreich und Italien über.

Abgesehen von altrömischen Ziegelbauten<sup>5)</sup>, die sich im besonderen im Gebiete des mittleren und unteren Rheins, so in Holland, finden und sich hier — mit der Kunst der Ziegelherstellung — lange Jahrhunderte gehalten, zeigen sich in Deutschland bis spät in das Mittelalter hinein keine bemerkenswerten Bauten in Ziegel; hier entstanden vorwiegend Holzgebäude, neben ihnen im Kloster-, Kirchen-, Burg- und Festungsbau, Bauten aus natürlichem Gestein. Erst vom Beginne des zwölften Jahrhunderts an finden wir den Backsteinbau in Deutschland wieder, einerseits unter dem Einflusse lombardischer

1) Nach dem Handbuch der Architektur II. 2 (Baukunst der Etrusker von J. Durm) hatten die hier verwendeten, oft auch bunt bemalten Plattenziegel z. T. erhebliche Abmessungen, z. B. 0,85 · 1,15 m; ihre Fugen, desgleichen der First, wurden durch Hohlziegel gedeckt; vergl. auch das Notizblatt des deutschen Ziegler- und Kalkbrenner-Vereins 1882, welches Abbildungen solcher Ziegel enthält, sowie Dr. H. Blümer: die Keramik der Griechen und Römer, in der vorgenannten Zeitschrift, 1879, Heft 3.

2) Vitruv widmet im zweiten Buche seines Werkes „de Architectura“ dem Ziegelbau der Römer drei Kapitel; hier unterscheidet er zwischen lateres und testae, erstere waren nur an der Sonne getrocknete, letztere im Feuer gebrannte Steine.

3) Die in dieser Zeitperiode verwendeten Steine zeigen sehr verschiedene Formen und Stärken; wir finden Seitenlängen von 20—60 cm bei Stärken von 2—10 cm; wegen besserer Haftung des Mörtels sind vielfach die Lagerflächen geritzt; auch die verschiedensten Formsteine finden sich bereits.

Eine besondere Art bildeten die sogen. Warzenziegel (tegulae mammatae), Platten mit 4 an den Ecken stark heraustretenden Vorsprüngen, die, nur wenige cm in die Mauer eingreifend, es gestatteten, flache Kanäle zur Führung der heißen Luft, der Feuerungsgase, des Rauches usw. — besonders in den Bädern — zu schaffen.

Viele der Ziegelbauten waren mit einem sehr dicken und dauerhaften Putz verkleidet, manche — besonders die Prachtbauten — auch mit Marmorplatten belegt. Ziegelrohbauten sind selten; unter ihnen verdient ein von Nero aus hellfleischfarbenen Backsteinen ausgezeichneter Güte hergestellter Aquadukt besondere Erwähnung.

4) Hier kommen zur Verwendung flach gewölbte Hohlsteine, ähnlich der bekannten Mönch- und Nonnenform, später auch Flachziegel mit aufgebogenen Rändern und sattelförmigen Deck-Hohlziegeln. Die Abmessung der Steine war zum Teil recht erheblich: Breite = 20—85 cm, Länge = 30—117 cm. Die Hohlziegel an der Traufe waren vielfach durch einen Stein abgeschlossen, welcher besondere Kunstform zeigte. Die Luft- und Lichtzuführung wurde durch Haubenziegeln bewirkt; auch finden sich schon Lichtziegel mit eingegossener Glaseinlage.

5) In Deutschland dürften Mauerwerksteile am Dom zu Trier die älteste Backsteinverwendung sein und nach der Steinart und ihrer Form auf die Tage des Kaisers Augustus zurückweisen.

Baumeister<sup>1)</sup>, begünstigt durch die Römerzüge der deutschen Fürsten und die von diesen veranlaßte Einbürgerung italienischer Kolonisten, andererseits befördert durch Einwanderung aus dem, unter starken Verheerungen durch das eindringende Meer dauernd schwer leidenden Holland. Als erste Pflanzstätten der neu auflebenden Ziegelarchitektur sind insbesondere Mecklenburg und Brandenburg zu nennen; von hier aus breitete sich die Bauweise unter der Herrschaft der Hansa sowie dem Einflusse des deutschen Ritterordens bald weiter in den Ländern der Ostsee aus und aus ihr entstand in schneller glücklicher Entwicklung die hochbedeutsame, nordische Backsteinarchitektur<sup>2)</sup>.

In der Zeit der Renaissance fanden die Ziegelsteine zu wichtigeren Bauten in Deutschland nur an wenigen Stellen — so in Mecklenburg — Verwendung; nur die Dachziegel wurden beibehalten und weiter entwickelt<sup>3)</sup>.

Erst durch die Entwürfe und Ausführungen Schinkels in Berlin, Hases in Hannover wurde der Ziegelbau, besonders der Rohbau, neu belebt. Hierzu kamen — am Beginne der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts — bedeutsame Fortschritte in der Herstellung sowohl der gewöhnlichen Steine als auch eines allen Anforderungen der Baukunst entsprechenden Verblendmaterials; hier ist zu erwähnen die Erfindung und Ausbildung der Strangpresse von C. Schlickeysen und anderen, die Erfindung des Ringofens durch den genialen Friedrich Hoffmann in Siegersdorf, die Herstellung von Lochsteinen (von A. Augustin in Lauban zuerst im Großen erzeugt), schließlich die Einführung (1870) eines einheitlichen Steinformates für den Normalstein (24 . 12 . 6,5 cm)<sup>4)</sup>, desgl. für Verblender (252 . 122 . 69 mm) sowie für eine Reihe vielfach üblicher Profile und zwar auf Vorschlag des Deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln usw. in Gemeinschaft mit dem Berliner Architektenverein.

Die weitere und neueste Entwicklung endlich wird bezeichnet, durch das Bestreben, die Erzeugnisse der Ziegeltechnik durch eingehendste Untersuchung und Verbesserung des Rohmaterials, durch Vervollkommnung der Vorbereitungs- und Formgebungsmaschinen, durch Verbesserung des Brennprozesses allen Anforderungen einerseits

<sup>1)</sup> Vergl. O. Stiehl: der Einfluß Oberitaliens auf die Entstehung des nordischen Backsteinbaues im 12. Jahrhundert, D. B. 1894, S. 634. Über die Entwicklung des Ziegelbaues in der Lombardei siehe: L. Runge, Beiträge zur Backsteinarchitektur Italiens und L. Gruner, the Terra-cotta Architecture of North-Italy, London, 1867.

<sup>2)</sup> Die nordischen Ziegelsteine zeigten Länge von 23—30 cm bei einer Breitenabmessung von 11—14 cm und 8—10 cm Stärke; daneben gab es auch eine große Reihe verschiedenartiger Formsteine. Größere oder besonders gestaltete Steine, Ornamente usw. wurden aus dem lufttrockenen Tone geschnitten und dann gebrannt. An Dachziegeln waren im besonderen drei Arten üblich: Mönch- und Nonnen, Pfannen und Bieberschwänze. Von Glasuren finden sich grüne, schwarze und braune Schmelzen, eine Kunst, die aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Kreuzzüge aus dem Orient wieder eingeführt wurde.

Die Kunst, Formsteine, Terrakotten usw. — in Gipsformen herzustellen, dürfte erst später aus Oberitalien nach dem Norden gebracht worden sein. Vergl. über die nordischen Backsteinbauten u. a. Steinbrecht, Untersuchungs- und Herstellungsarbeiten am Schlosse Marienburg, Z. d. B. 1885, S. 391, ferner den Aufsatz über die Technik der romanischen Backsteinbauten in d. Z. f. A. u. Ing. 1897, Nr. 3 u. 4, sowie: W. Narden: Zur Backsteinfabrikation im Mittelalter, D. B. 1885, S. 532, F. Adler, Mittelalterliche Backsteinbauten des Preussischen Staates, sowie von demselben: Geschichtliche Übersicht der Entwicklung des Backsteinbaues bis in unsere Zeit, D. B. 1869 und 1871, schließlich: R. Neumann, Über den Backstein. Ernst u. Korn, Berlin 1879.

<sup>3)</sup> Damals wurden schon Falzziegel — unseren jetzigen ähnlich — hergestellt, vergl. D. B. 1871, S. 183.

<sup>4)</sup> Neben diesen findet sich in Norddeutschland — wenn auch selten — noch ein Format 22 . 10,5 . 6,5, in Bayern ein solches: 29 . 14 . 6, in Österreich 29 . 14 . 6,5, jedoch sind auch im letzteren Lande Bestrebungen im Gange, das deutsche Format einzuführen.

anzupassen, andererseits neue Anwendungsgebiete dem Backstein zu erschließen, in dauernder Wechselwirkung stehend mit den Anforderungen der baulichen Praxis. Hier erscheinen erwähnenswert die große Anzahl der heut zum Bau ebener Decken verwendeten Formsteine aller Art, die Hohlsteine zum Schutze der Eisenbauten gegen Feuer, die neueren Falz- und Strangfalzziegel für die Eindeckung der Dächer, die in bezug auf ihre Festigkeit den Natursteinen nahe kommenden Klinker, die große Gruppe der künstlerisch hoch entwickelten Tonplatten für Boden- und Wandverkleidungen, die kunstvollen Terrakotten, ferner das Gebiet der feuerfesten Ziegel und Tonwaren, schließlich die Tonrohre und die ihnen verwandten Erzeugnisse der Keramik.

## Kapitel XIV.

### Das Rohmaterial zur Herstellung der Ziegelsteine und Tonwaren.

#### § 42. Die Entstehung der Tonlager.

Die zur Herstellung der gebrannten Tonwaren aller Art verwendeten Tone gehören nicht zu den Stoffen, welche bei der ursprünglichen Bildung der Erdoberfläche mitgewirkt haben. Sie sind vielmehr erst aus den Urgesteinen durch einen einfachen oder verwickelten Verwitterungsvorgang geschaffen, durch einen einfachen unter der ausschließlichen Einwirkung wässriger, vielleicht heißer Lösungen in Verbindung mit Kohlensäure und Sauerstoff, durch einen verwickelten, infolge der verschiedenartigsten chemischen Einflüsse.

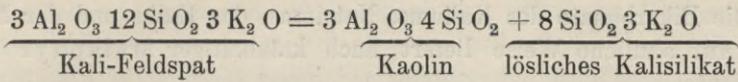
In mechanischer Weise wirkten hierbei ein die Wärme, die zerstörende Kraft des in die feinsten Haarrisse und Poren des Gesteins eindringenden Wassers, der Wind, z. T. auch das auf den Steinen sich ansiedelnde Pflanzenleben, während in chemischer Hinsicht die Verwitterung befördert wurde durch den Einfluß kohlenstoffhaltigen Wassers<sup>1)</sup> durch Sauerstoff, durch Humus- und Ameisensäure, durch aus den Gesteinen entstandene Salzlösungen aller Art usw. Da die chemische Wirkung eines jeden Stoffes im Verhältnis zu seiner wirksamen Masse steht und in diesem Sinne die Zuführung der Lösungsmittel zu dem in großen Mengen in der Natur vorkommenden Gestein eine, wenn auch langsame, so doch dauernd stetige ist, so wird die Menge der Verwitterungserzeugnisse eine sehr große und der Verwitterungsvorgang von langer Dauer and großer Stetigkeit sein.

Für die Entstehung des Tones sind die Silikate und die aus ihnen sich zusammensetzenden Gesteine von hervorragender Bedeutung. Im besonderen kommen als Mineralien hier in Frage in erster Linie die Gruppe der Feldspate, alsdann die feldspatähnlichen Silikate, Elaeolith, Nephelin, Leuzit, die Zeolithe<sup>2)</sup> usw., ferner die Magnesiasilikate (Hornblende, Augit, Glimmer, Olivin, Serpentin, Diallag usw.). Die Verwitterung geht hier

<sup>1)</sup> Im besonderen ist diese Einwirkung von Bedeutung für alle Karbonate. Während z. B. 10000 Teile reinen Wassers nur 0,13 Teile kohlenstoffhaltigen Kalkes zu lösen vermögen, gehen bei 10000 Teilen kohlenstoffhaltigen Wassers 10 Teile der genannten Verbindung in Lösung über.

<sup>2)</sup> Das sind wasserhaltige, kieselsäurearme Kalk- (auch Kali- und Natron-) Feldspate, die sich ähnlich den eigentlichen Feldspaten zersetzen.

in der Art vor sich, daß sich aus der Tonerde Tonsubstanz (Kaolin) bildet, während Kieselsäure und Basen frei werden, wobei letztere in lösliche Verbindungen übergehen; so kann man sich z. B. die Entstehung des Tones aus einem normalen, von Eisen usw. freien Kalifeldspat durch die chemische Beziehung:



darstellen. Es sei jedoch bemerkt, daß die Zersetzung der Feldspate nur selten so weit und so rein vor sich zu gehen pflegt; meist zeigt sich das Endprodukt als eine Vermengung vollkommener und unvollkommener Verwitterung, sowie von löslichen und unlöslichen verschiedenartigsten Bestandteilen; dies gilt im besonderen auch von den vorstehend neben den normalen Feldspaten angeführten anderen Silikaten und deren Umbildung, dem unreinen Ton. Die Ansicht, daß Kaolin eine weiter fortgeschrittene Stufe der Verwitterung, als der gewöhnliche unreine Ton darstellt, ist heut als nicht zutreffend anerkannt; einerseits findet sich in der Natur entweder Kaolin oder unreiner Ton — Zwischenstufen, welche durch eine gleichartige fortschreitende Bildung bedingt sein müßten, werden nirgends angetroffen — und andererseits zeigen bestimmte Mineralien und Gesteine die Neigung sich nur in Kaolin, andere sich nur in Ton umzusetzen.

Bei der Zersetzung des Granits werden Kali, Natron, Magnesia und Kalk in Form löslicher kohlensaurer oder kieselsaurer Verbindungen fortgeführt; als Rückstand verbleibt ein fetter, weißlich gefärbter Ton, mit Quarzsand und amorpher Kieselsäure vermischt; oft zeigen sich auch noch die schwieriger zersetzbaren Glimmerschüppchen. Bei Vorhandensein von Eisen erhält der Ton eine gelbliche Färbung.

Ähnlich — wenn auch wegen seines in der Regel starken Glimmergehaltes langsamer — zersetzt sich der Gneis; es entsteht meist ein ockergelb gefärbter Tonschlamm mit Glimmerplättchen, Quarz und Gneisteilchen durchmengt.

Die Zerstörung des Porphyrs wird durch Verwitterung einiger Feldspatkristalle, ihre Umwandlung in Kaolin und Ausspülung dieses eingeleitet; in den so gebildeten Hohlräumen wirken alsdann die oben genannten Agenzien, die Hauptmasse in einen mehr oder weniger fetten Ton von weißer — bzw. bei Gegenwart von Eisen gelber — Farbe umwandelnd; in diesem bleiben zurück pulverförmige Kieselsäure, Quarzkörner, Feldspatstückchen, während als Auslaugungsprodukte in besonderem Silikate und Karbonate von Natrium und Kalk fortgeführt werden. Nicht selten ist der Sand in solchen Mengen im Rückstande vorhanden, daß der ziemlich reine Ton in Lehm übergeht.

Trachyte verwittern bei großem Quarzgehalte langsam und ergeben einen bald weißen, bald ledergelben Ton, der bei hohem Sandgehalte in Lehm übergehen kann, sonst aber ein dem Kaolin nahe verwandtes Rohmaterial liefert.

Die Verwitterung des Tonschiefers ist besonders in Gegenwart von Schwefel eine starke und schnelle; hier entsteht durch Oxydation und unter Einwirkung des Wassers Schwefelsäure, welche sowohl mit dem Eisen als auch zum Teil mit dem Feldspate lösliche Salze bildet.

Unter Fortführung der Karbonate von Kalium, Natrium, Kalk, Magnesia, ferner von Alaun, entsteht bei an Feldspat reichen Tonschiefen ein fetter ockerbrauner Ton, der nicht selten gemagert wird durch fein verteilten Quarzsand, Hornblendeteilchen, Glimmer und Chloritschüppchen. Ist der Tonschiefer arm an Feldspat, so bildet sich in der Regel ein stark verunreinigter, sandiger, gelber bis brauner Lehm oder Letten.

Ähnliche Zersetzungsprodukte liefern auch die jüngeren, aus einer Sedimentation älterer Gesteinstrümmen entstandenen Tonschiefer. Da in ihnen Ton auch

als Bindemittel auftritt, so dürfte ersichtlich sein, wie verschiedenartig gerade hier die Zersetzungsprodukte ausfallen müssen.

Diorit verwittert besonders stark bei Anwesenheit von Kalk. Es bildet sich grünlich-gelber Ton, reich an Kieselsäure, Eisenverbindungen und Gesteinsrückständen aller Art. Die Bikarbonate des Kaliums, Natriums, des Kalks und der Magnesia gehen in Lösung. Auf ähnliche Weise liefert auch kalkhaltiger Melaphyr einen braunrot gefärbten Eisenton.

Die Basalte schließlich ergeben bei ihrer, wegen der Dichtigkeit des Gefüges immerhin langsam vor sich gehenden Verwitterung, lederbraune, oft mit viel Sand, Gesteinstrümmern und kohlenurem Kalk vermischte Tonarten, die sich als Lehm und Lehmmergel darstellen.

Wie aus dem voranstehenden ersichtlich, ist die Benennung Ton ein Sammelbegriff, und zwar wird hierunter nach Bischoff jedes tonerhaltige Silikat verstanden, welches durch Aufnahme von einer gewissen Wassermenge einen zur Formgebung ausreichenden Bildsamkeitsgrad erlangt, den es durch Austrocknen vorübergehend, durch Brennen im Feuer dauernd verliert. Über die große Verschiedenartigkeit der Tone sagt Türschmiedt<sup>1)</sup>:

„Wir kennen die großen quantitativen Differenzen in den Gemengteilen der Urgesteine, die fast noch größeren in der chemischen Beschaffenheit solcher Gemengteile, ebensolche Differenzen in der Zusammensetzung der jüngeren vulkanischen Gesteine, und wenn wir sie alle — diese für den Gedanken kaum noch zu bewältigenden Massen — uns unter der Wirkung des Verwitterungsprozesses vorstellen, dessen Einfluß chemisch und mechanisch sehr verschieden sich betätigt, so haben wir den vollständigen Begriff von der Materie, welche die Wissenschaft mit dem Namen Ton verbindet. Wären die Muttergesteine immer von gleicher Beschaffenheit, wäre der Verwitterungsprozeß immer derselbe, oder erreichte er immer dasselbe Stadium, so könnten die Tone einen gleichmäßigeren Charakter gewinnen.

Nun haben wir aber so viel Tone wie die Muttergesteine Varietäten aufweisen und so viel Tonvarietäten als Verwitterungsprozesse denkbar sind, um ein Muttergestein in Ton zu verwandeln. Daher gibt es kein Tonlager, das dem anderen absolut gleich wäre; die Haupteigenschaften stempeln es zu Ton, während die zahlreichen Varietäten von der Fabrikation zu beachten sind, da nach ihnen der Ton zu behandeln und zu bearbeiten bleibt.“

### § 43. Die Tonsubstanz und die Tonablagerungen in der Natur.

Das Eigenartige der verschiedenen Tonablagerungen ist das Vorhandensein der, dem reinen Kaolin sehr nahe stehenden Tonsubstanz, des plastischen Bestandteiles im Ton. Diese Tonsubstanz ist im weiteren Sinne als eine wasserhaltige kieselsaure Tonerde, vermischt mit kieselsauren Erden, Alkalien und Eisen, im engeren chemischen Sinne hingegen als ein Hydrosilikat des Aluminiums, als eine amorphe, wasserhaltige, kieselsaure Tonerde aufzufassen. In der Natur findet sich die Tonsubstanz (ausgenommen in Form von Kaolinitkriställchen) niemals in reinem Zustande, wie sich auch aus ihrer Entstehungsweise erklären dürfte.

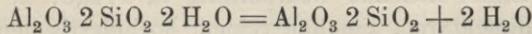
Diese Tonsubstanz, deren chemische Bildung schon vorstehend auf S. 251 angegeben wurde, besteht aus:

1) Vergl. u. a. Bischoff: Die feuerfesten Tone. III. Aufl. Leipzig 1909, S. 8.

1 Teil Aluminiumoxyd	$1 \text{ Al}_2\text{O}_3$	=	39,56 %
2 Teil Kieselsäure	$2 \text{ SiO}_2$	=	46,50 „
2 Teil Wasser	$2 \text{ H}_2\text{O}$	=	13,94 „
		=	100 %

Durch das Brennen verliert die Tonsubstanz ihre plastische Eigenschaft, d. h. die Fähigkeit der Bildsamkeit, erlangt aber dafür eine bedeutende Festigkeit, Haltbarkeit, einen sehr erheblichen Widerstand gegenüber zerstörenden Einflüssen, besonders denen der Witterung, auch in vielen Fällen — besonders bei großer Reinheit — einen hohen Grad von Feuersicherheit.

Die beim Brennen entstehende Umwandlung läßt sich durch die chemische Beziehung:



darstellen.

Die Anhäufungen des Tones in der Natur in Form der Tongesteine waren aller Wahrscheinlichkeit nach zuerst alle sedimentär; die verschiedensten, heute sich uns zeigenden Änderungen der vielleicht zuerst rein klastischen Gesteine bis zur vollkommenen Kristallisierungsform werden auf einen Metamorphismus zurückgeführt, dem sie unterworfen wurden; für diesen gibt Lepsius als Ursachen an: eine wässerige Lösung auf chemischem Wege in Gegenwart von Druck und Wärme und Einwirkung dieser während einer langen Zeitdauer.

Als Tongesteine kommen vor allem in Frage: Urtonschiefer (Phyllit), Tonschiefer, Schieferton, verschiedene Arten des Mergels, endlich die unter den Namen Löß, Lehm, Letten und Schlick inbegriffenen Ablagerungen.

Nach ihrer Lagerung unterscheidet man primäre, d. h. an ihrem Entstehungsorte verbliebene, und sekundäre, bzw. tertiäre, d. h. durch Abschwemmung fortgeführte und an anderen Stellen — in Mulden, Tälern, früheren Wasserbecken aller Art — wieder abgesetzte Tonlager.

Zu den primären Tonen gehören die reinsten Kaoline. Bekannte Fundorte sind: Morl und Trotha bei Halle, Seilitz bei Meißen, Aue bei Schneeberg, Zedlitz bei Karlsbad, Passau, St. Yrieux bei Limoges, St. Austell in Cornwall usw.

Zu der zweiten Gruppe gehören — wie dies aus der Natur der Ablagerungen erklärlich ist — Tone sehr verschiedenen Charakters, die auf ihrer Wanderung bald mit mehr oder weniger fremdartigen Stoffen sich mengten, oder auch nachträglich von ihnen durchdrungen wurden. Es finden sich demgemäß hierselbst Varietäten von dem ziemlich reinen Ton und dem hoch plastischen Töpfertone herab bis zum Tonmergel und zu stark von Sand durchsetzten Lehmbildungen. Die meist die oberste Stufe des Diluviums bildenden Ablagerungen sind vielfach unterbrochen und in der Regel wenig mächtig; sie sind meist durch Eisenoxyde gelb, rot, selten grau gefärbt, häufig deutlich geschichtet und durch Silikatgesteine, Kalkstücke, organische Überreste usw. mehr oder weniger stark verunreinigt. Nicht selten findet sich der Diluvial-Lehm ausgewaschen und in tertiärer Lagerung mit einem alluvialen Lehm vermengt, der sich unter Einwirkung des Wassers in dauernder Neubildung zeigt.

Je nachdem die Ablagerung von verhältnismäßig kurzer Dauer gewesen bzw. mehrfach unterbrochen wurde, oder ungestört durch einen langen Zeitabschnitt hindurch vor sich gehen konnte, ist sie von geringerer, bzw. stärkerer Schichtung und gleichmäßiger Beschaffenheit; im besonderen zeigt sich das letztere bei den fetten Tonen, die meist eine homogene Masse mit einzelnen fettig glänzenden, durch besonders starke Druckwirkungen gefestigten Teilen darstellen.

Als besondere Lagerungserscheinungen sind zu erwähnen, die unregelmäßig eingebetteten, die Gleichartigkeit des Tones störenden „Verballungen“, Geröllmassen, Sand in größerer Menge, endlich Ablagerung feinsten Gesteinstaubes des sog. „Schluffes“, welche als dünne Schichten den Ton bandartig durchsetzen.

#### § 44. Die verschiedenen Arten des Tons.

Als besondere Tonarten kommen für die vorliegende, den Zwecken der Bauwissenschaft in erster Linie dienende Bearbeitung in Frage: a) das Kaolin oder die Porzellanerde, b) die sedimentären, ziemlich reinen, hochplastischen, vielfach auch hochfeuerfesten Tone, c) der Töpferton, d) der Tonmergel, e) der Letten, f) der Lehm oder Löß, g) der Schlick. Die unter d bis f genannten Arten liefern fast ausschließlich den gewöhnlichen Ziegelton.

a) Das Kaolin, von Natur aus selten rein weiß, meist mit einem Stich ins graue oder rötliche, wird nach dem Brennen stets weiß; es ist sehr mager, erdig, wenig plastisch, stark wasseraufsaugend und in stärkstem Ofenfeuer unschmelzbar. Hin und wieder muß die Porzellanerde erst durch Schlämmen von stark zersetzten aber noch nicht vollkommen verwitterten Feldspatstückchen gereinigt werden; oft enthält sie auch zahlreiche Sandkörner, Glimmerschuppen usw., stets aber feinsten Gesteinsstaub, der, wie Hecht nachgewiesen hat, mit keinem mechanischen Hilfsmittel von der Tonsubstanz zu trennen ist. Die Untersuchung der in ihrer chemischen Zusammensetzung recht verschiedenen Porzellanerden sucht in erster Linie das Verhältnis der eigentlichen Tonsubstanz zur Menge der unverwitterten, staubförmigen Gemeenteile zu ergründen<sup>1)</sup>.

Aus einer Anzahl von Loeser mitgeteilter Analysen folgt, daß Kaolin einen Gehalt an Tonsubstanz von rund 50—90%, an Quarz von 2,3—35,5%, an Feldspat von 1,15—21,6% aufweist. Es folgt weiter aus den Untersuchungen, daß die Hauptmasse, welche die Eigenart des Kaolin bedingt, stets nahezu dieselbe Zusammensetzung zeigt; und daß die Unterschiede vorwiegend in der Natur und Menge des unzersetzten Mineralstaubes begründet liegen.

b) Die sedimentären, hochplastischen, meist hochfeuersicheren Tone. Die hierher gehörenden, ziemlich reinen Materialien stehen bezüglich der Menge ihrer Tonsubstanz den Kaolinen am nächsten; sie enthalten neben Kieselsäure nur Tonerde, in der Regel wenig Eisenoxyd, zeigen eine weiße oder rötliche, auch graue Färbung, sind vielfach sehr plastisch und vollkommen feuersicher. Bezüglich der Zusammensetzung der Tonsubstanz sind im Vergleich mit Kaolin in gewisser Beziehung Unterschiede erheblicher Art nicht vorhanden; hingegen weichen beide Substanzen bezüglich ihrer physikalischen Eigenschaften wesentlich voneinander ab; während Kaolin beim Trocknen

1) Hierbei wird der Ton zunächst durch Schwefelsäure zersetzt und die Tonsubstanz von den Mineralrümern getrennt; in den letzteren wird alsdann die dort enthaltene Tonerde bzw. die Summe von Tonerde und Eisenoxyd bestimmt. Aus dem ermittelten Tonerdegehalt wird weiter — unter der gestatteten Annahme, daß in dem sandigen Rückstande nur Quarz und Feldspat enthalten — aus der chemischen Formel für den letzteren die Menge des Feldspates — rückwärts gehend — berechnet. Wird letzterer von dem Gesamtrückstande in Abzug gebracht, so gibt der Rest die Menge des im Kaolin befindlichen Quarzes. Hieraus folgt weiter der Prozentgehalt der Porzellanerde an Quarz, Feldspat und wirklicher Tonsubstanz. Vergl. u. a. Loeser, Die Rohmaterialien der keramischen Industrie. Halle 1901. L. Hofstetter. Teil I. S. 57.

aus der plastischen Masse in einen feinerdigen Zustand übergeht, erhärtet der plastische Ton unter gleichen Verhältnissen zu einer dichten, harten aber spröden Masse.

Je geringer der Gehalt des Tones an Alkalien, um so größer ist seine Feuersicherheit. Die plastischen Tone finden sich in mächtigen Lagern weit über die Erde verbreitet. Da sie wohl fast stets durch einen Schlämmprozess an ihre Lagerstätten geführt wurden, also sekundärer Natur sind, so zeigen sie sehr wechselnde Zusammensetzungen und Eigenschaften. Bekannte deutsche Fundorte sind: Hubertusburg und Kolditz in Sachsen, der Thüringer Wald, Hausen bei Abensberg, Amberg, Kemnath, Aschaffenburg, Mittereich, Vallendar (im Reg.-Bez. Koblenz), der Laacher See, Mehlem a. Rh., Straßburg, Selters, Montabaur, Grenzhausen, Ebenhahn, Großalmerode, Belgern a. E., Halle a. S., Oberschlesien, die Gegend von Bunzlau usw.

Die hierher gehörenden, durch ihre schieferige Struktur und steinähnliche Festigkeit ausgezeichneten, im besonderen in der älteren Steinkohlenformation sich findenden Schiefertone (bekannte Fundorte sind: Saarbrücken, Niederschlesien, Böhmen) erlangen erst in fein zerriebenem Zustande ihre Formbarkeit; sie zeichnen sich durch höchste Feuersicherheit aus und werden dort verwendet, wo eine große Widerstandsfähigkeit gegen stark wechselnde und hohe Temperaturen sowie gegen chemische Einflüsse verlangt wird.

Allgemein muß das Rohmaterial zur Herstellung feuersicherer Tonsteine ein solches sein, welches ohne zu schmelzen, sehr große Hitze auszuhalten vermag und infolge seiner großen Plastizität möglichst große Mengen von Magerungsmitteln aufzunehmen imstande ist. Die Feuerfestigkeit selbst wird durch pyrometrische Prüfungen bestimmt, auf die weiter unten in dem Abschnitte: Prüfung des Rohmaterials genauer eingegangen wird. Soll das Material zu durchaus feuerfesten Chamottesteinen Verwendung finden, so muß seine Schmelztemperatur höher liegen als die des Seger Kegels Nr. 26<sup>1)</sup>; erst von dieser Grenze an nach oben zu, also bis S. K. Nr. 36, pflegt man mithin die Tone als feuersicher zu bezeichnen. Neben der Erprobung letzterer Eigenschaft ist weiter die Ermittlung der Menge und Art des Magerungszusatzes zu bestimmen, welcher den Zweck hat, beim Brennen die Schwindung des Steines in normalen Grenzen zu halten, ohne jedoch die Festigkeit des Steines unerlaubt zu beeinträchtigen. Auf diese Fragen wird bei Besprechung der Herstellung der Chamottesteine und der diesen verwandten Fabrikate genauer eingegangen werden.

c) Der Töpferton, im besonderen im Flötzgebirge, namentlich im Tertiär und Alluvium sich findend, vielfach ein Begleiter der Braunkohlenlager, zeigt eine blaugraue bis grünliche, auch gelbe Färbung. Er ist stark plastisch, schmelzbar, enthält in der Regel größere Mengen von Eisenverbindungen, daneben auch oft einige Prozent von kohlenurem Kalke. Nach dem Brennen rot oder gelb werdend, findet er Verwendung zu feineren Ziegeln, Dachplatten, Ofenkacheln (Geschirr) usw., allgemein zu keramischen Erzeugnissen, bei denen eine besonders hohe Brenntemperatur nicht notwendig erscheint.

d) Der Tonmergel. Das ton- und kalkhaltige Sediment, entweder von Natur aus zusammengeschwemmt, durch Gletscherwirkung zusammengerieben oder durch eine nachträgliche Infiltration des Tonlagers mit Kalklösung entstanden, zeigt sich bei Überwiegen des Tons als Mergelton oder Tonmergel, bei höherem Kalkgehalte als Kalkmergel. Der für die Herstellung der Ziegel besonders wertvolle Tonmergel zeigt meist eine graue, gelbliche, grünliche, auch rote und braune Färbung, welche nach dem Brennen in der

<sup>1)</sup> Vergl. weiter unten die Ausführungen über diese, zur Bestimmung der vorhandenen Brennhitze dienenden, aus rohem Ton gefertigten Kegel.

Regel in eine mehr oder weniger kräftige rote, bei höherem Kalkgehalt jedoch in eine gelbe Tönung übergeht. Das ziemlich plastische, im Wasser leicht zerteilbare Material, braust infolge seines Kalkgehaltes beim Übergießen mit Säuren auf und verwittert an der Luft zu gelbgrauer Mergelerde. Das Mengenverhältnis der Hauptbestandteile ist gleich wie das der beigemengten Sande, der Eisenverbindungen und organischen Körper, ein sehr wechselndes. Im besonderen versteht man unter Mergelton ein Material, welches nur 5—10% Kalk besitzt, unter Tonmergel ein solches mit 10—25%, unter Kalkmergel ein Produkt mit 25—75% Kalkgehalt<sup>1)</sup>. Tritt an Stelle des Kalkes kohlen saure Magnesia, so entstehen die Dolomitischen Mergel. In der Regel eignen sich nur die kalkarmen Mergel (bis zu 20% Kalkgehalt) zur Herstellung von Ziegelsteinen.

Das in Norddeutschland vielfach anstehende Material wird insbesondere in Mecklenburg, Schleswig-Holstein, Hannover, Brandenburg, im Harz, im Mansfeldischen und in Schlesien gefunden.

e) Der meist durch kohlige Bestandteile — organische Reste der Pflanzenwelt — aschgrau und schwärzlich gefärbte Letten, ist vielfach von Kalk, Eisenoxyd und Quarzsand frei; er fühlt sich fettiger an wie der gewöhnliche Ton und liefert mit Wasser vermennt eine sehr zähe und dehnbare Masse. Weniger verbreitet als der Lehm findet sich Letten in geringer Mächtigkeit sowohl (primär) im Kohlengebirge als auch aufgeschwemmt an den Ufern von Flüssen, Seen usw., vielfach hier selbst dem Torf als Unterlage dienend. Seine Verwendung findet das Material sowohl für Ziegel als auch für Geschirr.

f) Der Lehm oder Löß, vielfach auch gewöhnlicher Ziegelton genannt, schließt die am meisten verunreinigten und jüngsten Tonbildungen in sich. Das aus der Verwitterung von Hornblendegraniten, Syeniten, Gneisen, Dioriten, Felsitporphyren usw. entstandene, an Kieselsäure, Eisenoxydhydrat und Glimmer reiche Rohmaterial findet sich auf primärer Lagerstätte<sup>2)</sup> häufig noch mit halbzersetzten Stücken des Muttergesteines durchsetzt, während der zusammengeschlammte, sekundäre, meist in Tälern und Mulden des Hügellandes bis zu 30 m Mächtigkeit abgelagerte Lehm um so gleichmäßiger abgesetzt ist, je weiter er von seinem Entstehungsort fortgeführt wurde.

Chemisch betrachtet stellt sich der Lehm als eine in wechselndem Verhältnisse gemengte Masse dar, von Tonsubstanz, Sand, Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, Wasser, kohlen saurem Kalke, Bittererde, Gips, Alkaliverbindungen, Schwefelkies, Bitumen usf. untermengt mit Geröllen der Muttergesteine und durchsetzt von pflanzlichen und tierischen Resten der verschiedensten Art.

Das sehr weiche, zerreibliche, gelb oder bräunlich gefärbte Material nimmt nach dem Brennen eine rote bis braune Färbung an; in starker Hitze schmilzt es zu einer grauen bis grünlich blauen Schlacke zusammen.

In der Ziegelei praxis pflegt man unter **Ziegellehm** alle Mischungen in obigem Sinne zu verstehen, welche bis 60 und weniger Prozente abschlämbaren Sandes enthalten und sich zur Herstellung von Ziegelsteinen eignen.

<sup>1)</sup> Hier beträgt zudem der Tongehalt weniger als 25%.

<sup>2)</sup> Dieser sogen. Verwitterungslehm besitzt u. U. als Erzeuger Mergellager, in welche das kohlen säurehaltige Wasser von oben herein drang, den kohlen sauren Kalk auflöste und in tiefer gelegene Schichten führte. Hierdurch wurden die oberen Lagen immer kalkärmer; zu gleicher Zeit wurde das Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat übergeführt und durch dieses die Braunfärbung des Lehms bewirkt.

## § 45. Die Normalfärbung der Tone beim Brennen.

Eine heut von der keramischen Praxis vielfach angenommene, von Seger vorgeschlagene Einteilung der Tone setzt als Hauptunterscheidungsmerkmal die Farbe fest, welche die Tonarten nach Ausführung des Brennprozesses zeigen.

Seger unterscheidet hierbei:

1. Tonerreiche und eisenarme Tone, welche weiß oder in sehr hellen Farben brennen.
2. Tonerreiche und mäßig eisenhaltige Tone. Brennfärbung blassgelb und lederbraun.
3. Tonerdearme, eisenreiche, rotbrennende Ziegelerden.
4. Tonerdearme, eisen- und kalkreiche, gelbbrennende Ziegelerden und Tonmergel.

Zu der ersten Gruppe gehören die Porzellanerden und manche der plastischen Tone. Hervorgehoben sei, daß auch ein geringer Eisengehalt<sup>1)</sup> noch einen durchaus weißen Scherben beim Brennen ergibt.

Die Tonarten der zweiten Gruppe brennen bei geringerer Hitze weiß, zuweilen in rosa übergehend, während hohe Temperaturen eine gelbliche und braune, sehr hohe eine grünlich-graue Färbung bewirken; ein Rotbrennen tritt nie auf. Hierher gehören die meisten der plastischen und der feuerfesten Tone mit einem Gehalte an Tonsubstanz von 20—30% und mehr, und 1—5% Eisenoxyd. Der Gehalt an Tonerde überwiegt also bei weitem die Menge des Eisenoxyds. Aus einer Anzahl von Loeser<sup>2)</sup> mitgeteilten Analysen folgt hierselbst ein Mengenverhältnis des Eisenoxyds zu Tonerde von 1:5 bis 1:13,2. Für die Herstellung gewöhnlicher Ziegel eignet sich das Material wegen seiner hochliegenden Brenntemperatur und der hierdurch bedingten, großen Brennkosten nicht; höchstens findet es neben der Herstellung feuerfester Produkte zu besseren Verblendsteinen, Terrakotten und ähnlichen Fabrikaten Verwendung; aber auch hierfür werden die am wenigsten feuerfesten Tone der Gruppe bevorzugt.

Wie chemische Analysen zeigen, gestattet die Menge der färbenden Beimengungen keinen zuverlässigen Schluß auf die nach dem Brennen zu erwartende Färbung; hier wirken noch eine Anzahl anderer Faktoren — vorwiegend physikalischer Art — mit; immerhin kann man von vornherein sagen, daß die Tone sich um so heller brennen werden, je geringer ihr Gehalt an Eisen ist. In ihrer Verfärbung der Gruppe 4 nahestehend, unterscheiden sich die hierher gehörenden Rohmaterialien gegenüber 4 vor allem durch ihre erheblich größere Schwerschmelzbarkeit; auch zeigen sie, beim Übergange in den Sinterungszustand, im Gegensatz zu den alsdann grün werdenden, kalkhaltigen Tönen, eine graue und braune Färbung.

Zur dritten Gruppe gehören die wichtigsten der Ziegelerden, bezeichnet durch einen verhältnismäßig geringen Tonerde- und einen höheren Eisengehalt.

Zunächst tritt beim Brennen ein mattes, dann ein kräftiges Rot auf, welches bei weiterer Erhitzung in Violett und Blauschwarz übergeht. Hier folgt aus einer Anzahl Analysen das Mengenverhältnis von Eisenoxyd zu Tonerde zu: 1:1,9 — 1:2,9;

<sup>1)</sup> So ergeben z. B. das Nymphenburger Kaolin mit 2,3%, das Sennewitzer Material (Berliner Porzellanmanufaktur) mit 0,6—1,74%, das Meißener Rohmaterial mit 0,8% Eisenoxydgehalt noch keinerlei Verfärbung. Dies dürfte sich durch den größeren Tongehalt erklären und der Erscheinung entsprechend sein, welche — vergl. weiter unten — die Anwesenheit großer Kalkmengen bei gewöhnlichem Ton zeitigt.

<sup>2)</sup> Vergl. den Schluß der Anmerkung 1) auf S. 254.

ersteres macht also im Gegensatze zu Gruppe 2 die Hälfte bis ein Drittel des Tonerdegehaltes aus. Hierin liegt das Eigenartige der zu 3 gehörenden Tonrohstoffe, denn sobald der Tonerdegehalt das Dreifache des Eisenoxyds nicht übersteigt, tritt ein entschiedenes Rot-Brennen auf; überwiegt wie bei 2, die Tonerde,  $5\frac{1}{2}$  fach und mehr, so zeigen sich braune und gelbe Farben. Zwischen 2 und 3 stehen eine Menge Tone, deren Tonerdegehalt also zwischen dem 3 fachen und dem  $5\frac{1}{2}$  fachen des Eisenoxyds schwankt; dieselben geben beim Brennen Mischfarben und eignen sich demgemäß weder zu Terrakotten noch zu Verblendsteinen, da es bei diesen auf eine durchaus gleichmäßige Färbung ankommt.

Auch die vierte Gruppe enthält wichtige Tone und zwar die Tonmergel. Die normalen, hierher gehörenden Materialien erhalten zunächst bei geringer Brenntemperatur infolge ihres Eisengehaltes eine rote Färbung; weiterhin bilden sich mit höheren Hitzegraden jedoch Kalksilikate, welche eine Verfärbung der Steine in hellrot, weiß oder gelblich-weiß bewirken; bei der Sinterung wird die Färbung gelbgrün, bei der Schmelze grün und schwärzlich. Aus einer Anzahl Analysen folgert Loeser bei Gruppe 4 ein Mengenverhältnis von Eisenoxyd zu Tonerde von 1 : 1,6 — 1 : 2,5 und von Eisenoxyd zu Kalk von 1 : 2,2 — 1 : 3,5. Da hier der Eisengehalt dem von Gruppe 3 nahesteht, ist somit auch die zunächst bei Schwachbrand auftretende Rotfärbung erklärt. Bezüglich des Verhältnisses zwischen Eisenoxyd und Kalk weist Loeser<sup>1)</sup> nach, daß noch ein Quotient von 1 : 1,5 ausreicht, um bei genügend hoher und anhaltender Brennhitze eine Gelbfärbung der Steine zu erzielen, während bei geringem Kalkgehalte und höherer Temperatur durch diesen nur ein Matteredwerden der roten Färbung bedingt wird<sup>2)</sup>. Die früher maßgebende Annahme, daß rote Steine dort sich bilden, woselbst Eisenoxyd wirkt, während die gelbe Farbe die Folge des unter reichlicher Luftzufuhr beim Brennen oder Abkühlen sich bildenden Eisenoxyduls sei, gilt heut als nicht zutreffend, da einerseits in gelben und hellfarbenen Steinen die letztgenannte Eisenverbindung sich nicht in größerer Menge vorgefunden hat, andererseits aber in rotgebrannten Steinen in größerer Menge angetroffen wurde. Ein sehr häufiger Begleiter der Eisenverbindungen ist das Manganoxyd. Es kann in der Regel als eine unschädliche Beimengung bezeichnet werden, die — in größerer Menge vorhanden — nur die normale Färbung dunkler werden läßt<sup>3)</sup>.

#### § 46. Schädliche Beimengungen im Rohtone.

Die vorerwähnten Normalfärbungen der Tone werden häufiger durch besondere Bestandteile des Rohmaterials sowie durch unsachgemäßes Brennen ungünstig beeinflusst. Während auf den letzteren Umstand beim Abschnitte Brennen der Steine eingegangen wird, sei bezüglich der störenden Beimengungen hervorgehoben, daß sie meist entweder durch besondere Zusätze beim Verarbeiten des Tones oder durch Erfüllung bestimmter Bedingungen beim Brande unschädlich gemacht werden können. Ob ein solches Verfahren, und welches, zur Anwendung zu gelangen hat, wird sich in erster

1) In dem auf S. 254 in Anmerkung 1) erwähnten Werke S. 75 u. folg.

2) In Gruppe 3 tritt — ein gutes Unterscheidungsmerkmal — hingegen bei Steigerung der Brennhitze eine größere Intensität der roten Färbung ein.

3) Manganoxyd kann auch besonders zugesetzt werden, um die oben genannte Veränderung zu bewirken.

Linie unter Berücksichtigung des Fabrikates und der von diesem geforderten Eigenschaften nach wirtschaftlichen Erwägungen richten.

In erster Linie sind hierselbst salzartige Auswitterungen beim Trocknen der Steine zu nennen; sie entstehen zunächst an den, der Austrocknung besonders stark ausgesetzten Stellen, an den Kanten, vorspringenden Teilen usw.; sie bilden sich vorwiegend bei den fetteren, besseren Materialien und nehmen mit der Verlangsamung der Trocknung zu. Entweder bildet sich aus ihnen beim Brennen ein feiner staubiger oder blätteriger, in der Regel mechanisch zu beseitigender Niederschlag, oder es zeigen sich kleine, warzenartige, mit dem Stein sehr fest verwachsene und mechanisch kaum von ihnen zu trennende Kristalle.

Als derartige schädliche Beimengungen kommen besonders in Frage: 1. Vanadinverbindungen, 2. schwefelsaure, wasserlösliche Salze, 3. Schwefelkies, 4. kohlensaurer Kalk, 5. gröbere Beimengungen von Mineraltrümmern, 6. organische Stoffe.

1. Seger hat nachgewiesen, daß bei manchen Braunkohlentonen die Verfärbungen während des Brandes auf Verbindungen des seltenen, schwer schmelzbaren Metalles Vanadium zurückzuführen sind, die bald in weißlichen, meist aber in sattgelben Tönungen sich äußern, durch reduzierende Einflüsse auch in vielfach grüne und blaue, wasserhaltige oder braune, wasserfreie Verbindungen der vanadigen Säure übergehen. Hin und wieder treten auch Verbindungen von Vanadin und Molybdänsäure von grüner Färbung auf.

Der Umstand, daß bei derselben Art von Steinen die vorgenannten Verbindungen sich nach dem Brennen bald in löslicher Form ausscheiden, bald ungelöst verbleiben, führte Seger zu dem Nachweise, daß die Vanadinausschläge durch ein sehr starkes, im letzten Stadium reduzierendes Brennen der Steine vermieden werden können, und zwar muß bei Verblendsteinen und den vorerwähnten Braunkohlentonen die Brenntemperatur 1000° C übersteigen.

2. Die schwefelsauren Salze von Kalk, Magnesia, Tonerde, Eisen, Natrium, Kalium usw. Von ihnen allen wird besonders der schwefelsaure Kalk — Gips — als eine schädliche Beimengung deshalb empfunden, weil einerseits bereits ein Gehalt von 0,10% ausreicht, um Verfärbungen an der Oberfläche hervorzurufen und andererseits das genannte Salz, in Wasser löslich, sich sehr leicht auf der Steinoberfläche in Form einer weißen Haut ausscheidet. Auch können Gipsbeimengungen in Körnchen- oder in Plättchenform den Stein zerstören, weil der schwefelsaure Kalk nicht durch die zum Brennen von gewöhnlichen Ziegeln angewendete Hitze<sup>1)</sup> (S. K. 0,10—0,5) zersetzt wird; alsdann wird der Gips durch Regen und die aufsteigende Erdfeuchtigkeit allmählich in Lösung gebracht, um nunmehr auszukristallisieren und — bei feuchten Steinen — wieder in die Oberfläche derselben einzudringen und — ähnlich wie die Wirkung des Frostes — letztere hierdurch zum allmählichen Abblättern zu bringen.

In ähnlicher Weise wirken — wenn auch nicht so stark — die anderen, oben genannten schwefelsauren Salze auf den Bestand bzw. das Aussehen der Steine ein<sup>2)</sup>.

Um die vorstehend beschriebene Schädigung der Tonsteine zu verhindern, setzt

1) Nur bei gesinterten Waren und deren höherer Brenntemperatur wird der Gips unter Austreiben der Schwefelsäure zersetzt und dadurch unschädlich gemacht. Gips in größeren Stücken wird durch Tonreiniger bzw. durch Schlämmen beseitigt.

2) Über die Bestimmung des Gehaltes des Tones an wasserlöslichen Salzen vergl. u. a. Dr. M. Störmer, Untersuchungsmethoden der in der Tonindustrie gebräuchlichen Materialien. Freiberg i. S. 1902. S. 44—48.

man gegebenen Falles dem Rohtone kohlen-saures Barium bzw. Chlorbarium zu, welches durch chemische Umsetzung eine Überführung der löslichen schwefelsauren Salze in unlösliche Verbindungen bewirkt und somit das Entstehen eines Ausschlages ausschließt.

Hierbei ist es jedoch erforderlich, um die notwendige Menge des Zuschlagmaterials in Erfahrung zu bringen, die Menge der Schwefelsäure zu kennen, welche an Basen (Kalk) gebunden, im Ton enthalten ist. Hierzu dient ein von dem Laboratorium für Tonindustrie von Seger u. Cramer in Berlin ausgearbeitetes Verfahren, welches durch große Einfachheit ausgezeichnet, nach Hecht<sup>1)</sup> auf den folgenden Grundzügen beruht:

„Mehrere Flaschen von etwa je  $\frac{1}{2}$  l Inhalt werden mit je 100 g des zu untersuchenden luft-trockenen oder grubenfeuchten Tones beschickt und dann soviel Wasser zugegeben, daß die Flaschen etwa zu  $\frac{3}{4}$  gefüllt sind; sodann wird die Flasche mit einem Glaspfropfen geschlossen und solange durchgeschüttelt, bis der Ton vollkommen suspendiert ist. In jede dieser Flaschen wird eine steigende Menge Chlorbariumlösung hinzugegeben, deren Gehalt an Chlorbarium bekannt ist und zwar zu Flasche I 1 ccm, zu Flasche II 2 ccm usw.; am zweckmäßigsten benutzt man eine Lösung von 0,01 g Chlorbarium in 1 ccm; dieses Chlorbarium verbindet sich mit der Schwefelsäure des im Tone gelösten Gipses (oder anderer Basen) zu unlöslichem, schwefelsaurem Baryt und man muß daher bei der vergleichenden Prüfung des Inhaltes der einzelnen Flaschen stets den Punkt ermitteln können, bei welchem der Zusatz von Chlorbarium gerade hinreicht, um alle in dem Tone vorhandene Schwefelsäure zu binden. Sobald also der aufgespeicherte und mit Chlorbarium versetzte Ton sich gesetzt hat, filtriert man die über dem Ton stehende Flüssigkeit ab und versetzt 100 ccm des Filtrates jeder einzelnen Flasche mit einigen Tropfen Schwefelsäure; solange diese in dem Filtrat noch keine Trübung hervorbringt, ist überschüssiges Chlorbarium in der Lösung noch nicht vorhanden. Dasjenige Filtrat jedoch, welches bei Zusatz von Schwefelsäure eine Trübung zeigt, gibt an, daß mehr Chlorbarium zugesetzt war, als zum Umsetzen mit dem löslichen schwefelsauren Kalk erforderlich war und man kann hieraus genau erkennen, wie groß die zur Bindung der Schwefelsäure in dem Ton zuzusetzende Menge Chlorbarium sein muß, um die löslichen schwefelsauren Salze zu beseitigen.“

Beim Verarbeiten des Tons im Großen neutralisiert man die löslichen Salze am besten in der Weise, daß man  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{4}{5}$  derselben durch Chlorbarium und  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  durch die doppelte Menge von kohlen-saurem Baryt unlöslich macht.

Eine weniger gefährliche Einwirkung zeigen die seltener auftretenden Chlor-, Salpeter- und Phosphorsalze, Pottasche usw.

3. Ein Gehalt an Schwefelkies: das auch in feiner Verteilung schädliche, beim Brennen<sup>2)</sup> schmelzende und schwarze Flecken hinterlassende Material wandelt sich in Gegenwart von Sauerstoff in lösliches Eisensulfat um, welches eine Verfärbung der Steine zur Folge hat, und zudem die unter 2 angegebenen Erscheinungen zeitigt. Es dürfen deshalb eisenkieshaltige Tone weder wintern noch überhaupt längere Zeit in feuchtem Zustande lagern.

Bei sehr starkem Brennen zersetzt sich der Schwefelkies unter Bildung von Eisenoxyd<sup>3)</sup>, indem der Schwefel mit Sauerstoff sich zu schwefliger Säure vereinigt und diese — ein Gas — entweicht. Ist diese Umsetzung jedoch keine vollkommene, bleibt vielmehr ein schwefelhaltiges Eisenoxyd zurück, so bewirkt dieses in Verbindung mit Wasser später ein Abblättern des Steins. Ist Schwefelkies neben organischen Beimengungen in feinverteilter Zustande vorhanden, so „wachsen“ des öfteren bei Brenntemperaturen von S K. 0,5 bis 1 die Tone, d. h. die Steine werden rund. Es hat dies seinen Grund darin, daß durch chemische Umsetzung im Innern des Steines sich Gase — Kohlensäure,

1) Vergl. Dr. H. Hecht, Rohstoffe und Erzeugnisse der Tonindustrie. Vortrag gehalten im Polyt. Verein zu München. Bayr. Ind.- u. Gew.-Blatt. Jahrgang 1900. Nr. 47, 48 u. 49.

2) Bei Segerkegel 0,5—1.

3) Hierbei zerspringt aber nicht selten der Stein.

schweflige Säure — bilden, die durch die bereits dicht gebrannte Außenfläche des Steines nicht mehr entweichen können, aber den noch weichen Steinkern aufzublähen imstande sind. Als Gegenmittel wirkt hier eine Magerung des Tons durch Zusatz von Sand, Ziegelmehl usf., welche ein allzufrühes Dichtbrennen der Steinoberfläche verhindern und den sich bildenden Gasen den Austritt gewähren.

Schließlich sei bemerkt, daß ein Gehalt an Schwefelkies auch eine Herabminderung der Feuersicherheit des Tones zur Folge hat.

Zur Überführung des Eisenkieses in eine unlösliche und unschädliche Verbindung empfiehlt sich auch hier ein Zusatz von kohlen-saurem Barium zum Rohtone. Größere Stücke von Eisenkies, wie sie gerade in den sehr fetten Tönen nicht allzu selten vorkommen, sind auf mechanischem Wege, durch Schlämmen oder den Tonreiniger zu entfernen.

4. Kohlensaurer Kalk in Stücken. Da diese, in vielen Braunkohlen- und gewöhnlichen Ziegeltonen häufig bis zu Walnuß-Größe sich vorfindende Beimengung vor allem dadurch schädlich wirken kann, daß der Kalk durch den Brennprozeß selbst gebrannt wird und alsdann beim Anfeuchten der Steine sich löscht und hierbei den Stein zersprengt, so wird durch eine Probe nachzuweisen sein, ob der Kalk diese Eigenschaften besitzt, also nach dem Brennen löslich ist<sup>1)</sup>. Zu diesem Zwecke wird der Ton geschlämmt, der verbleibende Rückstand mit 20% Ton verformt und der so gewonnene Ziegel bei hoher Temperatur gebrannt. Der fertige Stein wird in feuchter Luft aufbewahrt oder langsam mit Wasser gesättigt. Zeigt sich hierbei keine Veränderung am Steine, so kann man annehmen, daß der Kalk nicht löslich, also unschädlich ist. Es wird alsdann eine Zerkleinerung der größeren Stücke ausreichen.

Zeigen sich hingegen die Kalkbeimengungen als schädlich im Sinne der obigen Ausführungen, so können als Mittel, die zerstörende Wirkung des Kalkes aufzuheben, die nachfolgenden in Frage kommen:

a) Das Schlämmen des Rohtones, ein sicheres und auch nicht allzu teures Mittel<sup>2)</sup>. Ist im besonderen Kalk neben den Stücken auch in fein verteiltem Zustande vorhanden, so wird durch das Schlämmen auch die Brennfarbe erheblich verbessert, also eine höhere Auswertung des Rohmaterials bedingt.

b) Ein Feinmahlen des Tones. Dies Verfahren hat nur alsdann Erfolg, wenn die Mahlung eine so feine ist, daß das Rohmaterial durch ein Sieb von 300 Maschen (auf 1 qcm) hindurchgeht.

c) Ein „Ersäufen des Kalkes“ in fertig gebrannten Steinen. Hierbei werden die Kalkstücke enthaltenden Steine unmittelbar nach dem Brennen unter Wasser gebracht; alsdann füllen sich die Poren des Steines mit Kalkmilch, die ein Eindringen der (feuchten) Luft von außen her ausschließt und somit den im Steininnern noch vorhandenen unabgelöscht verbliebenen Kalk verhindert, schädlich einzuwirken. Da jedoch die Steine durch das sich im Laufe der Zeit ausscheidende Kalkhydrat einen weißlichen Überzug erhalten, so kann das vorstehend genannte Mittel nur bei gewöhnlichen Hintermauerungssteinen Verwendung finden; als ein weiterer, allgemeiner Nachteil kommt zudem noch eine Gewichtserhöhung des Steins um rund 15% in Frage.

In fein verteiltem Zustande ist Kalk in der Regel bis zu 20% als unschädlich für die Herstellung der Steine zu bezeichnen; für durchaus wetterbeständige Steine empfiehlt Seger diese Zahl auf 10—15% zu begrenzen.

1) Gleiche Vorsicht ist auch geboten, wenn im Rohtone Muscheln u. dgl. in größerer Menge eingeschlossen sind.

2) Die Kosten betragen bei normalen Verhältnissen etwa 1—2 Mark für je ein Tausend Steine.

5. Grobe Beimengungen aller Art, im besonderen Quarz<sup>1)</sup>, Granit, Feldspat, Tonschiefer überhaupt Bruchstücke von Muttergesteinen der verschiedensten Art oder deren Mineralien. Zur Bestimmung ihrer Menge und Art dient die an anderer Stelle (bei dem Abschnitt Prüfung des Rohtones) genauer behandelte mechanische Analyse, im besonderen der Sieb- und Schlämmversuch. Falls sich in dem verbleibenden Rückstande keine größeren Teile von Gips, kohlensaurem Kalk und Schwefelkies zeigen, wird es in den allermeisten Fällen ausreichend sein, die groben Beimengungen zu zerkleinern oder durch den Tonreiniger auszusondern; ein — immerhin kostspieliges — Schlämmen ist alsdann in der Regel nicht notwendig; ein solches könnte sich höchstens bei sehr mageren Tonen empfehlen, bei denen auch nach dem Schlämmen noch genügende Mengen von Magerungsmitteln im Ton verbleiben.

6. Organische Verunreinigungen aller Art, Wurzeln, Pflanzenteile usw. Wenn dieselben in größerer Menge auftreten, so wirken sie als schädliche Beimengungen und müssen aus dem Rohmaterial ausgeondert werden. Schädlich sind sie für manche Steine dadurch, daß sie beim Brennen dieser im Steininnern Hohlräume hinterlassen und somit die Tragfähigkeit des Steines ungünstig beeinflussen; auch erschweren sie in der Regel das Mischen des Tones und verhindern ein glattes Zerschneiden des aus der Strangpresse kommenden Tonstranges.

### § 47. Magerungs- und Flußmittel.

Nicht selten ist eine Schwierigkeit in der Herstellung guter Steine in dem allzu großen Gehalte des Rohmaterials an Tonsubstanz begründet, da hierdurch ein gleichmäßiges Austrocknen des Steines verhindert, ein ungleichartiges Schwinden befördert wird. Da dieses Schwinden an den Kanten und Außenflächen eher eintritt als im Steininneren so wird als eine Folge der auftretenden ungleichmäßigen Spannungen die Bildung von Rissen, ein Verziehen des Steines usf. zu erwarten stehen, — Verhältnisse, die sich bei dem späteren Brennen des Steines in erheblichem Maße steigern können. Daneben haftet ein zu fetter Ton wegen seiner hohen Klebekraft allzusehr in der Form, wodurch weitere Herstellungsschwierigkeiten bedingt sind. Es werden deshalb dem Rohtone, falls er von Natur aus nicht ausreichend mager erscheint, sogenannte Magerungsmittel — unplastische Stoffe — zugesetzt. Diese — der Natur entnommen oder künstlich hergestellt — haben in erster Linie auf ein schnelleres und gleichmäßiges Austrocknen hinzuwirken; sie können aber auch zugleich dem Rohmaterial besondere Eigenschaften verleihen, es porös machen, es leichter zum Schmelzen bringen<sup>2)</sup> oder — wie dies gerade bei dem hochfeuerfesten Tone von großer Bedeutung — es befähigen, schroffen Temperaturwechseln zu trotzen.

Es empfiehlt sich in der Regel die Magerungsmittel in Form kleinerer Körner zuzusetzen, da bei Anwendung größerer Stücke wegen des ungleichen Schwindmaßes und der verschiedenen Ausdehnung erst recht ein Reißen zu befürchten sein würde.

Als Magerungsmittel kommen im besonderen in Frage:

a) Quarzsand von etwa 2 mm Korngröße, entweder in diesem Zustande der Natur entnommen oder durch Zerkleinerung gewonnen und alsdann durch scharf splitterige

1) Da Quarz die Eigenschaft besitzt, sich im Feuer auszudehnen, können größere Stücke dieses ein Reißen der Steine hervorrufen.

2) Hier wirkt alsdann der Magerungszusatz bei Schwachbrand als solcher, bei höherer Brenntemperatur aber als Flußmittel.

Form ausgezeichnet. Als wenig erhebliche Nachteile der Quarzverwendung seien genannt: eine kleine Herabsetzung der Sinterungstemperatur des Tones und ein geringes „Wachsen“ des Quarzes beim Brande.

b) Gebrannter und zerkleinerter (hochfeuerfester) Chamotteton. Derselbe wird als Magerungsmittel so weit gebrannt, daß er unter der späteren Einwirkung der Brennhitze keinerlei Volumenveränderung zeigt. Die Korngröße ist abhängig von der Verwendung des Endproduktes und nimmt zu mit der Größe der später auf den Stein einwirkenden Temperaturunterschiede und der meist von diesen beeinflussten stärkeren Porigkeit desselben. Da der Chamotteton selbst feuerfest ist, bedingt er als Magerungsmittel einen größeren Widerstand der Steine gegenüber dem Schmelzen. Wird auf letzteres wenig Wert gelegt, so kann an Stelle der Chamottekörnung auch gemahlener, gewöhnlicher Ziegelstein gewählt werden; es liegt auf der Hand, daß für Herstellung dieses Magerungsmittels in der Regel Abfallsteine Verwendung finden.

c) Graphit, Steinkohlenkoks und ähnliche Körper. Diese Magerungsmittel finden für besonders feuerfeste Produkte Verwendung, Schmelztiiegel usw., Koks jedoch nur dort, woselbst das Endprodukt in dauernd beständigem Luftmangel verwendet wird, da anderenfalls ein Verbrennen des Koks eintreten würde.

d) Sägespähe, Kohlenklein, Torf u. dergl. Nicht selten sind dem Tone von Natur aus Braunkohlenteilchen beigemischt, die alsdann als Magerungsmittel wirken. Bei künstlicher Hinzufügung empfiehlt sich ein Sieben der Beimengungen, um einerseits eine bestimmte Korngröße einzuhalten, andererseits — besonders bei den Sägespähen — gröbere Bestandteile auszuschneiden. Da die vorgenannten Magerungsmittel im Feuer des Brennofens verbrennen, erzeugen sie leichte und mehr oder weniger stark porige Steine, die somit — wegen der starken Lockerung des Scherben — fette Rohtone voraussetzen<sup>1)</sup>. Nicht selten wirkt die beim Verbrennen in den Poren des Steines verbleibende Asche in Verbindung mit dem Tone als Flußmittel, setzt also die Schmelztemperatur herab. —

Um ein dichteres Brennen, das ist eine bessere Sinterung des Tones bei verhältnismäßig geringer Temperatur zu bewirken, werden — falls nicht von Natur vorhanden — diesem **Flußmittel** zugesetzt, die um so wirksamer sind, in je feinerer Verteilung sie hinzugefügt werden. Als Flußmittel finden Verwendung: Feldspat, Glimmer, Alkali, Kalk, Magnesia, Mangan, Eisenverbindungen usw.; im besonderen sind es die Oxyde von Natrium, Kalium, Eisen, Mangan, Magnesium, Kalzium und anderer — zum Teil seltener — Elemente, welche auf ein leichtes Schmelzen der Tonsubstanz hinarbeiten. Nach Untersuchungen von Richters befördert die Schmelzung am meisten Magnesia, weniger Kalk, noch weniger Eisen und am wenigsten Kali. Auch stellt sehr fein verteilter (bzw. gemahlener) Quarzsand ein gutes Flußmittel dar<sup>2)</sup>. Da gut plastische Tone meist eher dicht brennen als magere, wird die Hinzufügung von Flußmitteln, insbesondere für die letzteren von Bedeutung sein.

Auf die Einwirkung der Flußmittel bei Bildung der Glasuren wird an anderer Stelle eingegangen werden.

1) Besonders geeignet erscheinen die fetteren Braunkohlentone.

2) Vergl. u. a. Seger — ges. Schriften S. 427 u. 454. Abh. über die chem. u. mechan. Untersuchung der Tone und die Deutung der erhaltenen Resultate; hierin weist Seger nach, daß Quarzsand alsdann verflüssigend auf den Ton einwirkt, wenn er sich so fein verteilt zeigt, daß ein Abschleimen nicht ausführbar ist.

## § 48. Die Prüfung des Rohtones.

Ein guter, zur Herstellung von Ziegelsteinen sich eignender Ton soll den folgenden Anforderungen entsprechen: Bei guter Formbarkeit sowie Abwesenheit größerer Fremdkörper und schädlicher Beimengungen soll sein Schwindmaß beim Trocknen geringer als 10% sein; im entgegengesetzten Falle hat ein Magern einzutreten; einschließlic des Brennens soll dieses Maß unter 12% verbleiben, und bei letzterem selbst — um den Brennprozeß nicht zu erschweren — nicht höher als 6% liegen. Der nach dem Trocknen — also vor dem Brennen — geprobte Rohstein soll mehr als 15 kg/qcm, nach dem Brennen mehr als 150 kg/qcm Druckfestigkeit aufweisen. Rohtone, welche nach dem Brennen Steine mit 4—10% Porengehalt und 300—500 kg/qcm Druckfestigkeit, glatter Oberfläche und durchaus gleichmäßiger Farbe ergeben, erscheinen zur Herstellung von Verblendsteinen und Terrakotten — bei guter Bildsamkeit auch für Dachfalzziegel- geeignet. Tone, bei denen der Punkt des Dichtbrennens vom Beginne des Sinterns um mehr als 5 Segerkegelnummern entfernt liegt, sind für die Erzeugung von Klinkern geeignet; alle Materialien sollen schließlich durchaus wetterbeständig und dauerhaft sein.

Die eingehendste Prüfung des Rohmaterials in bezug auf die vorstehend erwähnten, an das fertige Fabrikat zu stellenden Anforderungen, mit Hilfe systematisch wissenschaftlicher und praktischer Untersuchungen, bildet eine der wichtigsten Grundlagen eines jeden Ziegeleibetriebes. Die verschiedenen Prüfungsmethoden in engem Anschlusse an die keramische Praxis, ausgebildet und vervollkommnet zu haben, ist das Verdienst von Türschmiedt, Bischof, Richters, Fresenins, Seger, Aron, Cramer, Hecht u. a. m.

Da die Tonlager in der Regel verschiedene Schichten mit oft recht abweichender Zusammensetzung aufweisen, so empfiehlt es sich, die einfachsten mechanischen Proben, von denen weiter unten die Rede ist — im besonderen die Schlammprobe und die Probe auf schädliche Beimengungen — zunächst auf Rohmaterialien aus allen einzelnen Schichten zu erstrecken; überzeugt man sich hierbei, daß keine, für die praktische Verwertung erheblichen Unterschiede vorliegen, daß also die Schichten als gleichwertig anzusehen sind, so kann man die zu untersuchenden Rohproben im Verhältnisse des natürlichen Vorkommens durch Mischung der einzelnen Schichttone herstellen; sind jedoch die Materialien innerhalb der verschiedenen Lagen ungleichartig, so muß die Prüfung sich auf eine jede besonders erstrecken.

Das Endziel der Untersuchung wird die Beantwortung der Frage bilden, zu welchem besonderen Zwecke ein vorliegender Ton geeignet erscheint, bzw. welche Veränderungen mit ihm vorzunehmen sind, um ein bestimmtes einwandfreies Fabrikat zu erzielen.

Die Prüfung der Tone erfolgt sowohl auf chemischem als auch auf mechanischem (physikalischem) Wege. Es sei von vornherein hervorgehoben, daß die rein chemische Untersuchung für sich allein keinen ausreichenden Aufschluß über den Wert eines Ziegeltones zu geben vermag, da Tönen von ganz gleicher chemischer Zusammensetzung ganz verschiedene physikalische Eigenschaften innewohnen können, die ihrerseits bei der technischen Verarbeitung wieder sehr abweichende Fabrikate bedingen<sup>1)</sup>.

1) So zeigt sich z. B. Tonschiefer, frisch gebrochen, als vollkommen unplastisch und zur Fabrikation von Tonwaren ungeeignet, während er nach mehrfacher Überwinterung plastisch und gut verwendbar wird, ohne seine chemischen Eigenschaften geändert zu haben.

Bei der chemischen Untersuchung ist zu unterscheiden die Vollanalyse und die vorwiegend nur die Bestimmung von Quarz, Feldspat und Tonsubstanz zweckende rationale Analyse. Die Vollanalyse, deren Einzelheiten für die vorliegende, an den Architekten und Bauingenieur sich wendende Bearbeitung zu weit führen würden, wird vielfach auf 2 Arten zur Ausführung gebracht, einerseits durch Aufschließen des Tones mit kohlen-saurem Alkali, andererseits mit Flußsäure unter Hinzufügung von Schwefelsäure<sup>1)</sup>; neben der qualitativen Bestimmung wird auch die quantitative durchgeführt. Die Untersuchung erstreckt sich im besonderen auf die Ermittlung des Gehaltes an chemisch gebundener und freier Kieselsäure, auf die Bestimmung von Aluminiumoxyd, Eisenoxydul, Eisenoxyd, kohlen-saurem Kalk, Wasser sowie schädlichen Beimengungen. Um sich im besonderen über die letzteren zu unterrichten, ist die Vollanalyse für bessere Baumaterialien (Verblendsteine, Terrakotten) erwünscht, desgleichen auch für die feuerfesten Fabrikate; unbedingt notwendig ist sie für alle Glasurüberzüge.

Die von Aron und Seger begründete „rationelle“ Analyse, im Zusammenhange mit der mechanischen Untersuchung für die Prüfung der gewöhnlichen Ziegel-tone vollkommen ausreichend, besteht zunächst in einer Elementaranalyse des Tongemenges mit Aufschließung durch Schwefelsäure und Bestimmung des unlöslichen, in der Regel aus Quarz und Mineraltrümmern bestehenden Rückstandes. Geht man hierbei mit Seger davon aus, daß die Mineralrückstände feldspatartiger Natur sind, und daß im Feldspat auf 1 Teil Tonerde etwa 3,11 Teile Kieselsäure entfallen, so läßt sich die letztere Menge — enthalten in den Mineraltrümmern — leicht berechnen. Vermindert man alsdann um dies Ergebnis die Gesamtmenge der unlöslichen Kieselsäure, so ergibt sich der wirkliche Gehalt an Quarz; andererseits erhält man auch den Gehalt an Feldspat-Mineraltrümmern und hieraus endlich die Menge der Tonsubstanz<sup>2)</sup>.

Die mechanische Analyse beruht in erster Linie auf der Anwendung eines Verfahrens zur mechanischen Trennung der Tonsubstanz von dem ihr anhaftenden „Schluff“ und Sand, des weiteren auf Erforschung der Plastizität, des Bindevermögens, des Schwindemaßes, des allgemeinen Verhaltens beim Trocknen und Brennen sowie der Temperatur, bei denen der Ton dicht brennt und zu schmelzen beginnt; sie erstreckt sich endlich auf den Nachweis besonders schädlicher Beimengungen.

Die an erster Stelle genannte mechanische Trennung kann in ziemlich roher Weise durch Aussieben des Tons auf verschiedenen Sieben, oder durch Sedimentation, Absetzen aus ruhigem Wasser — oder auch in besonders zweckmäßiger Art — durch den eigentlichen Schlämmpreß unter Verwendung bewegten Wassers, erfolgen.

Bei dem Aussieben kommen je nach der Verwendungsart des Tones Siebe von 400—4900 Maschen auf je 1 qcm Fläche zur Verwendung; für gewöhnliche Ziegel-tone genügt ein Sieb von 900 Maschen für 1 qcm, da feinere Beimengungen, welche durch dieses Sieb nicht hindurchgehen, in der Praxis vom Tonmaterial nicht getrennt werden können<sup>3)</sup>. Die Siebung wird in der Art durchgeführt, daß 100—500 g lufttrockenen

1) Genaueres hierüber vgl. u. a. in: Dr. M. Stoermer, Untersuchungsmethoden der in der Tonindustrie gebräuchlichen Materialien mit besonderer Berücksichtigung der häufig auftretenden Fabrikationsfehler, deren Ursachen und Verhütung. II. Aufl. Freiberg i. S. Craz u. Gerlach 1902. S. 19—27.

2) Genaueres vergl. u. a. in: Dr. H. Zwick, Die Natur des Ziegeltons und die Ziegelfabrikation der Gegenwart. Verlag von A. Hartleben. Wien, Pest, Leipzig. 1894. S. 129—134.

3) Derartige Siebe haben in der Regel 15 cm Durchmesser und einen 12 cm hohen Blechrand. Bei Untersuchung gewöhnlicher Ziegelerde empfiehlt es sich 500 g des zu untersuchenden Tones mit 2 l kochendem Wasser zu übergießen, über Nacht stehen zu lassen und am anderen Morgen mit Hilfe eines langen Borstenpinsels durch das Sieb zu streichen.

Tones mit — womöglich heißem — Wasser zu einer dünnen Schlempe verrührt und alsdann durch das Sieb getrieben werden. Der auf letzterem verbleibende Rückstand wird solange gewaschen bis das hierzu benützte Wasser klar abfließt; schließlich werden die auf den einzelnen Sieben verbleibenden Rückstände getrocknet, gewogen und ihre Menge in Prozenten der trockenen Rohtonmasse angegeben. Falls gewünscht, kann durch mineralogische Untersuchungen — oft genügt hierbei schon die Lupe oder eine einfache chemische Reaktion — die Art der in den Rückständen verbliebenen Mineraltrümmer bestimmt werden.

Bei der Ausführung der Sedimentation — einer ebenfalls nur angenäherte Ergebnisse liefernden Probe — wird der lufttrockene, erwärmte Ton in ein mit Teilung versehenes Reagenzglas mit ebenem Boden in der Art eingebracht, daß das unterste Zehntel des Glases mit Ton angefüllt ist; hierauf werden 9 Teile Wasser zugesetzt und die ganze Masse nach Verschuß des Glases des öfteren — etwa innerhalb 12 Stunden — lebhaft durchgeschüttelt, um eine möglichst gleichmäßige Suspension des Tones im Wasser zu bewirken. Bei dem alsdann erfolgten Absetzen der Mischung setzt sich am Boden der Sand, auf ihm der Schluff und hierauf die Tonsubstanz ab; ihre einzelnen Anteile an der Zusammensetzung des Tones sind an der enggeteilten Skala mit ziemlicher Genauigkeit abzulesen. Theoretisch müßte, da die Fallgeschwindigkeit abhängig vom spezifischen Gewichte, der Größe und Gestalt des Kornes ist, eine genaue Scheidung der einzelnen Tonbestandteile nach ihrer Art und Größe eintreten; in der Praxis ist dies aber deshalb nicht zu erwarten, weil einerseits nicht alle Teilchen im Anfange der Bewegung sich gleich weit entfernt vom Boden befinden und die schweren und größeren Teilchen auf ihrem Wege noch unten andere mit sich reißen; deshalb liefert der Versuch vom wissenschaftlichen Standpunkte aus auch nur angenäherte — für die Praxis aber vielfach schon ausreichende — Ergebnisse<sup>1)</sup>.

Die Untersuchung durch Abschlämmen kann in einfacher, heut aber wenig mehr üblicher Weise unter Benützung eines gewöhnlichen, unten spitzen Glases und eines dünnen bis auf dessen Boden herabreichenden Glasrohres zur Ausführung gebracht werden, wird aber in der Regel mit Hilfe besonderer Apparate — unter denen der Schönesche Schlämmapparat die erste Stelle einnimmt — durchgeführt.

Bei Verwendung eines Glases werden 30 g zerdrückter, lufttrockener Ziegelerde  $\frac{1}{2}$  Stunde lang mit wenig Wasser gekocht und in das Spitzglas eingebracht. Durch das nach unten enger werdende, bis auf den Boden des Glases reichende Glasrohr wird nun Wasser mit ausreichendem Drucke zugeleitet; dasselbe spült die leichtere Tonsubstanz mit den ihr anhaftenden Staub- usw. Teilen aus dem Tongemenge heraus und führt sie über den Rand des Glases in ein dieses umgebendes Gefäß. Die Wasserzuleitung wird solange fortgesetzt bis angenähert vollkommen klares Wasser abfließt. Der im Glase verbleibende Rückstand wird getrocknet und gewogen; er stellt den, dem Ton beigemengten, größeren Sand usw. dar. Die abgeschlammte Masse läßt man sich aus dem Wasser wieder absetzen, bringt sie von neuem in das Glas und behandelt sie — nur unter geringerem Wasserdrucke — genau wie vorher; als Rückstand bildet sich jetzt Staubsand („Schluff“), während eine schon ziemlich reine Tonsubstanz mit dem Wasser entweicht, die nach Absitzen bei 100° getrocknet wird.

Der Schönesche Schlämmapparat<sup>2)</sup> beruht in seinem Grundzuge darauf, daß ein aufsteigender Wasserstrahl von verschiedener Geschwindigkeit, je nach dieser, imstande ist, Erdteilchen bestimmter Art und Größe nach oben fortzuführen<sup>3)</sup>.

1) Genaueres vergl. u. a. Notizbl. 1869. S. 181 u. Jahrb. d. Baugew. 1870. S. 89; bezügl. anderer Sedimentationsmethoden siehe: W. Schütze, Notizbl. 1871. S. 307 u. 1872. S. 185.

2) Vergl. u. a. Dümmler, Handbuch der Ziegelfabrikation I. S. 52; desgl. Dr. Zwick, Die Natur der Ziegeltonne. S. 143—153.

3) E. Schöne hat für Quarzkörnchen eine empirische Gleichung — die sogen. Schlammformel — aufgestellt, welche ein Verhältnis des Durchmessers des Kornes  $d$  zur Geschwindigkeit des aufsteigenden

Vor Beginn des Schlämmens ist es notwendig die festen, körnigen Bestandteile durch ein Sieb von 900 Maschen auf 1 qcm auszuschneiden. Des weiteren erfolgt alsdann die Zerteilung des Tons in a) Tonsubstanz vom Korndurchmesser = 0,01 mm und bei einer Wassergeschwindigkeit von 0,2 mm". Die Substanz ist, wie schon aus früheren Ausführungen bekannt, ausgezeichnet durch hohe Plastizität, großes Bindevermögen, bedeutendes Schwinden (und Reißen) sowie Eintrocknen zu einer harten, mit dem Fingernagel polierbaren Masse vom spezifischen Gewichte 2,2.

b) In Schluff vom Korndurchmesser = 0,01—0,025 mm bei einer Stromgeschwindigkeit von 0,48 mm" und einem spezifischen Gewichte = 2,2—2,5. Die in geringem Maße plastische, nicht harte, lose, poröse Masse ist mit dem Fingernagel nicht polierbar.

c) Im Staubsand. Hier beträgt der Durchmesser bis zu 0,04 mm, die Stromgeschwindigkeit bis zu 0,95 mm". Das beim Reiben im Mörser knirschende, sich aber noch nicht körnig anfassende Material zeigt ein spezifisches Gewicht von 2,6.

d) In feineren und gröberen Sand, je nach der Korngröße von 0,04—0,333 und über 0,333 mm.

Zur Ermittlung der Plastizität des Tones wird dieser in ziemlich steifem Zustand zu Probekörpern der verschiedensten Art geformt. Der Wassergehalt des Tons soll hierbei ein solcher sein, daß der Ton noch gerade von der Hand losläßt, also nicht anklebt.

Ungefähre Anhaltspunkte für eine ausreichende Plastizität des Rohmaterials können die folgenden Untersuchungen bieten<sup>1)</sup>:

Tonkugeln, verschiedener Größe, müssen sich, ohne daß Risse am Rande auftreten, auf ihren halben Durchmesser zusammendrücken lassen, desgleichen muß ein zylindrisches Stück sich zu einem Ring oder einer Spirale zusammendrehen lassen, ohne Risse zu zeigen; auch gestattet die Länge der Tonfäden, welche aus einer Presse herausgedrückt, frei nach unten herabhängen, ohne durch ihre Eigenlast abzureißen, desgleichen die Zugfestigkeit eines Tonstranges, einen Rückschluß auf die größere oder geringere Plastizität des Materials.

Schließlich kann auch das Gewicht des Tons zur Beurteilung der vorliegenden Frage herangezogen werden. Streicht man einen möglichst steifen Ton (der gerade nicht mehr an der Hand klebt), in eine metallene Acht-Form — wie solche bei Zugfestigkeitsversuchen der Zement-Mörtel Verwendung findet, so beträgt der Inhalt des entstehenden Normalkörpers rund 70 ccm. Beträgt nun das Gewicht (G) des letzteren 120 g oder weniger, so hat man einen sehr fetten und plastischen Ton vor sich, ist

$G = 120—125$ , bzw.  $= 125—130$  bzw.  $130—135$  bzw.  $135—140$  bzw. mehr als 140 g

so ist der Ton als

fett und sehr plastisch	gut plastisch	hinreichend plastisch	mager	sehr mager
----------------------------	---------------	--------------------------	-------	------------

anzusprechen.

Wasserstrahles ( $v$  in mm") für die Gleichgewichtslage angibt und aus Versuchen mit Geschwindigkeiten von 0,1—12 mm" abgeleitet wurde:  $\frac{d}{v} = \frac{7}{11} 0,0314$  mm. Bei Innehaltung dieses Verhältnisses, werden die Quarzkörnchen noch gerade schwebend erhalten. Nimmt  $d$  einen kleineren Wert als  $v \frac{7}{11} 0,0314$  mm an, so wird das Körnchen abgeschlämmt, ist  $d$  größer, so fällt es zu Boden.

1) Zur annähernden Bestimmung der Plastizität dient ein Apparat von Jochum, vergl. Toni. Z. Nr. 22. 1895.

In ähnlicher Weise, wie oben erwähnt, kann man auch bei Hinzufügung von Magerungsmitteln deren Einwirkung auf den Ton und dessen hierdurch beeinflusstes plastisches Verhalten erfahren.

In enger Beziehung zur Plastizität des Tons steht dessen Schwindmaß, sowie die Gefahr des Eintretens von Rissen und Sprüngen beim Trocknen der Steine bzw. dem Brennprozesse. Da der Stein umsomehr schwindet, je plastischer das Rohmaterial ist, so gibt die Größe der Plastizität einen Anhalt für das Schwindmaß, wie umgekehrt dieses auf den größeren oder geringeren Gehalt an Tonsubstanz und die Güte der Formbarkeit schließen läßt.

Das Schwindmaß wird linear gemessen, dadurch, daß man entweder auf dem Probestein vor Beginn des Trocknens einen Kreis mit einem Halbmesser von 5 bis 10 cm mit dem Zirkel einritz und dessen Veränderung beobachtet, oder daß man die Meßlänge unmittelbar an der Steinkante festlegt. Zum Messen der Formänderung dient meist ein einfacher, mit einem Nonius versehener Apparat. Da das Schwindmaß wichtig ist, um (mit Rücksicht auf die geforderten späteren Steinabmessungen) die durch dasselbe bedingten Formgrößen zu bestimmen, ist auf seine Ermittlung besondere Sorgfalt zu verwenden.

Beim Austrocknen der Probesteinchen, sollen – wenn möglich – die Verhältnisse nachgeahmt werden, welche später bei der Fabrikation vorliegen; d. h. wie dort soll auch hier dem einzelnen Steine ein verhältnismäßig kleiner Raum zur Austrocknung zur Verfügung stehen. Die Steine sind von Tag zu Tag zu beobachten; zu bestimmen ist neben der Schwindung der Verlust an Wasser bei einer bestimmten Temperatur, desgleichen die Größe des Luftwechsels – also die Schnelligkeit des Trockenprozesses, welche noch eben als zulässig erscheint, ohne ein Reißen oder Verziehen des Materials zu bedingen. Zu den letzteren Untersuchungen dient vielfach ein Trockenkasten aus Eisenblech mit einer Anzahl von wagerechten Fächern, die derartig durchbrochen sind, daß die von unten einströmende Luft in Zickzackrichtung den Kasten durchfließen muß; der Luftzug wird durch eine, im oberen Teile des Kastens brennende Flamme und einen anschließenden Schacht bewirkt; zur Festlegung der Temperatur dient ein Thermometer, während die durchstreichende Luft von einem Anemometer gemessen wird.

Beträgt das Schwindmaß mehr als 10 (oder 12)<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, so ist das Rohmaterial zu fett und muß gemagert werden. Es schließen sich dann zweckmäßig Prüfungen an, über die geeignete Menge und Art dieser Magermittel, d. h. über das Bindevermögen des Tones. Hierunter ist also die Fähigkeit des Tones zu verstehen, mit Wasser angemengt, Magerungsmittel aufzunehmen, ohne daß jedoch – nach dem Trocknen – die Festigkeitsverhältnisse nachteilig beeinflusst erscheinen.

Nach Stoermer wird das Bindevermögen aus der Zugfestigkeit verschiedener Proben, hergestellt aus dem zu untersuchenden Tone und Magerungsmitteln verschiedener Art und Korngröße, dadurch bestimmt, daß Probekörper in Acht-Form – wie bei der Zementprüfung – in Formen gestrichen, getrocknet und in lufttrockenem Zustande zerrissen werden. Hierbei kommt man bei allmählichem Zusatze der Magerungsmittel zu einer Grenze, bei der die Zugfestigkeit abnimmt; hier liegt also die Grenze der größten zulässigen Magerung, wenn nicht die Festigkeit des Materials nach dem Trocknen herabgehen soll.

Auch ist die zulässige Magerung an die Bedingung gebunden, daß der getrocknete Stein mindestens 10 kg/qcm Druckfestigkeit aufweisen soll, damit er ohne Gefahr den Transport wie das Brennen auszuhalten vermag.

Die Brennprobe ist eine der wichtigsten Untersuchungen, da sie in erster Linie die Grundlage für die endgültige Beurteilung des Fabrikates liefert; ist es doch erst möglich aus einer Reihe von bei verschiedenen Temperaturen aus demselben Rohmaterial gebrannten Steinen, sich über die zweckmäßigste Verwendung des letzteren Klarheit zu verschaffen.

Bei der Brennprobe zeigt sich bei den verschiedenen Graden die Brennfärbung<sup>1)</sup>, das Schwindmaß, die Gefahr eines Aufblähens oder Reißens der Steine, die Grenze der Dichtigkeit des Scherbens und die Schmelztemperatur; endlich schließen sich hier Untersuchungen an über die Wasserdichtigkeit des fertigen Steins, seine Festigkeitsverhältnisse usw. — Prüfungen auf die im Zusammenhange an anderer Stelle (S. 122 u. f.) schon eingegangen ist.

Als Probekörper finden sowohl kleine prismatische Steine von etwa  $9 \times 4,5 \times 2$  cm Abmessung als auch dreiseitige Pyramiden nach Art der Seger-Kegel von 2 cm Höhe und 1 cm Grundkantenlänge Verwendung. Dem zu untersuchenden Tone wird hierbei wiederum so viel Wasser zugesetzt (oder entzogen), bis er sich beim Kneten von der Hand loslöst.

Der Brennprobe geht ein sorgfältiges Vortrocknen der Probekörper voraus, meist zunächst in einem besonderen Schranke aus Eisenblech, wie er auf S. 268 schon beschrieben, dann weiter, um alle Feuchtigkeit zu beseitigen, in einem Chamottekasten, der bis auf  $150\text{--}200^\circ\text{C}$  erwärmt wird. Das Brennen findet ausschließlich in kleineren Versuchsöfen<sup>2)</sup> statt, da man nur hier die Probe dauernd beobachten und die Brenntemperatur beliebig zu steigern vermag; hierbei sind die Proben in hochfeuerfeste Tiegel eingesetzt und neben ihnen die Seger-Kegel angebracht, um die jeweilig vorhandene Temperatur unmittelbar ablesen zu können. In der Regel beginnt man mit Seger-Kegel 0,1 (Silberschmelztemperatur) und geht dann zu S. K. 0,5, 1, 3, 5 usw. vor. Wie schon auf S. 255 erwähnt, sind hierbei nur solche Tone als feuerfest anzusehen, deren Schmelzpunkt oberhalb von S. K. 26 liegt. Diesen hohen Temperaturen werden meist nur „hellbrennende“ Tone unterworfen, da die gefärbten in der Regel nicht zu den feuerfesten zählen; bei rotbrennenden Tönen begnügt man sich meist nur mit der Bestimmung der Dichtbrenntemperatur. Unter diesem Dichtbrennen der Probe ist der Zustand des Scherbens zu verstehen, bei welchem dieser nicht mehr als 2—4% Wasser aufzunehmen vermag. Die Wasseraufnahme wird in der Regel in der Art bestimmt, daß der vollkommen trockene, vorher genau gewogene Stein eine Stunde hindurch in kochendes Wasser gelegt, dann herausgenommen, oberflächlich abgetrocknet und von neuem gewogen wird<sup>3)</sup>. Bei Brennversuchen selbst zeigt sich der Eintritt des Dichtbrennens vielfach dadurch, daß die Schwindung nicht weiter zunimmt, oder aber geringer wird, der Stein sich also im letzten Falle zu dehnen beginnt, und somit die Grenze seiner größten Dichtigkeit bereits überschritten hat.

1) Die Brennfärbung ist beim Versuche fast nie so kräftig wie später im Großbetriebe.

2) Als Versuchsöfen kommen in Frage: der Probier-Muffelofen, der Devillesche, der Issemsche, der Segersche, der Heinickesche Gasofen, der Gebläseofen von Selfström usw. Näheres über die Einrichtung dieser Öfen, deren Beschreibung bei der vorliegenden Arbeit zu weit führen dürfte, findet sich in den bereits mehrfach genannten Werken von Dümmler, Zwick, Stoermer, Seger u. a. Eine ausführliche Beschreibung des besonders vielfach verwendeten Devilleschen Ofens gibt auch Hecht in seinem auf S. 260 in Anm. 1) bereits erwähnten Vortrage.

3) Klinker sollen nicht mehr als 2%, Verblendsteine nicht mehr als 4—5% Wasser aufnehmen können, stellen also ziemlich dicht gebrannte Steine dar. Hingegen sollen sich die gewöhnlichen Hintermauerungssteine — bei genügender Festigkeit (150 kg/qcm mindestens) — stark porös zeigen.

Allgemein sei noch bemerkt, daß viele schwer schmelzbare Tone früh dicht brennen, andere Tone mit tief liegendem Schmelzpunkte erst bei sehr hohen Temperaturen sintern und wieder andere — vor allem die kalkhaltigen Rohmaterialien — ein enges Zusammenfallen beider Grenzen zeigen.

Schließlich befaßt sich die mechanische Untersuchung auch noch mit der Ermittlung der wichtigeren schädlichen Beimengungen zum Tone, insbesondere des kohlsauren Kalkes und der zu Ausblühungen usw. führenden Stoffe, Gips, Schwefelkies usw. Während auf die bezüglichen chemischen Ermittlungen im einzelnen bereits bei Besprechung der schädlichen Beimengungen und ihrer Bekämpfung auf Seite 258 u. f. eingegangen ist, sei hier nur noch eine allgemein gültige Probe erwähnt, welche auf einfachstem Wege zeigt, ob später Auswitterungen zu erwarten stehen. Legt man bei einem frisch geformten, noch nicht ausgetrockneten Probestein auf einen Teil seiner Oberfläche ein Blatt Zinnfolie oder Ölpapier und zeigt nach dem Trocknen die bedeckte Stelle eine erheblich andere Färbung als die frei gebliebenen Steinteile, so kann man auf das Vorhandensein von im Ton gelösten Salzen schließen, durch die später Ausblühungen hervorgerufen werden können. Die Art der Salze zu bestimmen, ist alsdann Sache der chemischen Untersuchung, desgleichen die Ermittlung etwaiger Zuschläge, welche die Wirkung der schädlichen Beimengungen aufzuheben haben. Es sei jedoch bemerkt, daß vom wirtschaftlichen Standpunkte aus diese künstlichen Veränderungen des Rohmaterials wegen der erheblichen Kosten meist nur von besseren Steinen getragen werden können; bei gewöhnlichen Ziegeln ist es — worauf an anderer Stelle genauer eingegangen werden soll — vielmehr angebracht, die Beimengungen durch die Art der Ausführung des Brennprozesses — so weit erreichbar — unschädlich zu machen.

## Kapitel XV.

### Das Aufbereiten und Gleichartigmachen (Homogenisieren) des Tones.

#### § 49. Die Gewinnung und Aufbereitung des Ziegeltons im allgemeinen, das Auswintern, Aussommern und Einsumpfen.

Die Gewinnung des Ziegeltons erfolgt in der Regel in offenem Tagesbruch, in Lehmgruben, seltener auf mehr oder minder bergmännische Art; entscheidend für die Betriebsform der Gewinnung sind die Lagerverhältnisse, die Höhe der Abraumschichten, deren mehr oder weniger kostspielige Beseitigung, die Größe des Lagers im Verhältnisse zur Güte des Tones usw.

Im Tagebau findet die Gewinnung des Tons entweder durch allmähliche Abgrabung wagerechter oder wenig geneigter Schichten, oder in Form eines einfachen Terrassenabbaus bzw. eines solchen mit Nischen und Pfeilern statt; hierbei ist zu beachten, daß nach den Vorschriften der Deutschen Ziegeleiberufsgenossenschaft, die Höhe der Absätze nach Material und Lagerstätte einzurichten ist, wobei als Größtmaß das Verhältnis von Höhe zur Breite des einzelnen Absatzes =  $\frac{1}{3}$  innezuhalten ist. Unterhöhungen der Arbeitsstätte sind nur ausnahmsweise bei starkem Frost und bis zu 50 cm Tiefe und 1,50 m Wandhöhe gestattet. Das eigentliche Lösen der Tonstücke findet durch tief eingetriebene Holzkeile,

durch Abgraben, Abhacken und Sprengen statt; bei letzterer Gewinnungsart werden die Bohrlöcher von oben oder von der Seite bis zu etwa 2 m Tiefe eingestoßen und zur Erhöhung der Sprengwirkung stets in größerer Anzahl hergestellt. Daneben wird der Ton auch mit Maschinenkraft gewonnen; hier kommen in Frage: Grabmaschinen; Löffelbagger, Dampfschaufeln, Exkavatoren, Eimerkettenbagger, Schrapper, nach vorheriger Aufpflügung der Erde diese zusammenkratzend u. a. m.

Bei dem bergmännischen Abbau wird entweder zunächst ein Schacht von oben aus oder ein Seitenstollen, mit Auszimmerung versehen, vorgetrieben, deren Querschnitt ausreichend sein muß, für die Materialförderung und Bewegung der Arbeiter sowie für die Vorrichtungen zur Lüftung und Wasserförderung. Von dem bis zur Sohle des Tonlagers durchzuführenden bzw. hier anzulegenden Schachte aus werden wagerecht oder wenig geneigt verlaufende Seitenstollen in etwa 10—20 m Abstand bis zur Grenze des abzubauenen Lagers ausgehoben und ausgezimmert, um dann — von der Grenze beginnend — den zwischen den Seitenstollen lagernden Ton zu gewinnen; hierbei ist vorausgesetzt, daß seine gänzliche Entfernung ohne Gefährdung oberhalb befindlicher Baulichkeiten usw. erfolgen kann; sonst ist man genötigt, einzelne starke Pfeiler, die den Druck von oben dauernd aufzunehmen vermögen, stehen zu lassen. Der Abbau im einzelnen erfolgt mit Picken, Hacken oder Sprengung, wobei zu beachten, daß bei letzterer Abbauart infolge der Sprenggase eine besonders gute Lüftung notwendig ist.

Schon während der Gewinnungsarbeiten werden größere Steine, Mergelknollen, und ähnliche Fremdkörper entfernt. Der Ton selbst wird meist in Form größerer, fest zusammenhängender Stücke gewonnen.

Eine besondere Aufbereitung des Tones ist deshalb fast niemals zu umgehen, weil das in der Natur vorkommende Rohmaterial meist außerordentlich ungleichmäßig ist und nicht selten — vgl. Kapitel XIV. — seine weitere Verarbeitung erschwerende oder das Endprodukt ungünstig beeinflussende Beimengungen aufweist.

Der Endzweck der Aufbereitung, deren Güte und Ausdehnung sich naturgemäß nach der späteren Verwendung des Tons richtet<sup>1)</sup>, ist, einen durchaus bildsamen gleichmäßigen Ton zu erzielen, sei es daß beim mageren Material Bestandteile beseitigt oder bei fettem in Form von Magerungsmitteln zugesetzt werden. Im allgemeinen ist die Güte des Endproduktes hauptsächlich durch die Sorgfalt bei der Aufbereitung bedingt, sodaß höhere Kosten, welche diese erfordert, — wie die Erfahrung gezeigt hat — sich durch die spätere leichtere Bearbeitung und die infolge besserer Güte erzielten höheren Preise wieder bezahlt machen, eine Einsicht, der sich die neuzeitlichen Ziegeleien nicht mehr entziehen können.

Im allgemeinen ist in Deutschland eine Aufbereitung des Tons auf feuchtem Wege üblich; die in anderen Ländern vielfach eingeführte „Homogenisierung auf trockenem Wege“ hat hier bisher noch weniger Eingang gefunden.

Das „Auswintern“ des Tones hat die Zerteilung seiner eng zusammenhängenden Tonteilchen zum Zwecke. Hierbei wird, zur Erzielung möglichst großer Angriffsflächen, der Ton in Form von niedrigen, lang durchgehenden Prismensträngen aufgesetzt, zwischen denen schmale Betriebsgänge gelassen werden. Durch das Eindringen der atmosphärischen Feuchtigkeit, vor allem aber durch die Einwirkung des frierenden Wassers im Innern des Tons lockert sich dessen Masse allmählich, bis schließlich der Ton zerfällt. Wenn auch bei günstigen, d. h. durch starke Unterschiede ausgezeichneten, Witterungs-

1) Bei gewöhnlichen Steinen oder Drainrohren ist naturgemäß keine so innige Aufbereitung erforderlich als wie bei einem zu Verblendern oder Terrakotten bestimmten Tone.

verhältnissen ein Winter als ausreichend angesehen werden kann, so ist doch für die Güte des Tons eine mehrjährige Auswinterung besser<sup>1)</sup>. Der sich hier abspielende Vorgang ist nicht nur mechanisch, sondern auch chemisch, indem die Luft auf die Verwitterung einer Anzahl von Bestandteilen einwirkt, organische Substanzen verwesen, die hierbei sich bildende Kohlensäure weiter zur schnelleren Verwitterung beiträgt, ferner auch unmittelbare chemische Umsetzungen eintreten; so wird der nicht selten vorhandene Eisenkies in schwefelsaures Eisenoxydul umgewandelt, das seinerseits wieder eine Umsetzung des meist auftretenden Kalkes in Gips bewirkt und sich hierbei in das, den späteren Brennprozeß günstig beeinflussende Eisenoxydhydrat verwandelt usw.

Im allgemeinen wintern magere Tone — weil sie leichter Wasser aufnehmen als fette — schneller aus; letztere sollten deshalb möglichst lange auf der „Halde“ verbleiben.

Nicht selten wird das Auswintern auch in der Lehmgrube selbst durchgeführt, indem hier nur die obersten Schichten beseitigt werden. Bei einem Abbau in Terrassen stürzen alsdann oft die abgefrorenen Mengen von selbst herab, hierbei sich noch mehr zerteilend.

Weniger üblich ist das Aussommern des Tons; hierbei wird dieser, und zwar gewöhnlich auch nur ein fettes Rohmaterial, in kleinere Stücke zerschlagen und der Sonne ausgesetzt, also getrocknet und zwar bis zur „Knochenhärte“; alsdann hat der Ton die Eigenschaft sehr begierig Wasser aufzusaugen und hierbei vollkommen zu zerfallen, so daß Schichtung, Aderung usw. in ihm verschwinden und er gut plastisch wird; zu beachten ist nur, daß der trocken gewordene Ton nicht wieder feucht werden darf, sondern, daß bald nach Eintritt der Knochenhärte das Übergießen mit Wasser zu erfolgen hat. Es gehört demgemäß auch ein sonniger Sommer dazu, den Ton in erwünschter Weise auszusommern.

Aus diesem Grunde ist auch auf eine Austrocknung des Tons auf Lattenböden<sup>2)</sup> in geschlossenen Räumen sowie auf Herstellung besonderer Darr-Räume mit künstlicher Erwärmung hingewiesen worden.

Das Einsumpfen soll den Ton auf den Grad der Weichheit bringen, der zu seiner Weiterverarbeitung notwendig ist; normaler Ton gebraucht hierzu die Hälfte seines Volumens an Wasser, Lehm rd. nur  $\frac{1}{4}$ , wobei die etwa schon oder noch im Tone enthaltene Wassermenge in Abzug zu bringen ist. Im allgemeinen ist es beim Ziegelton nicht leicht, das richtige Maß an Wasserzusatz zu treffen, da die Grenzen, bei denen der Ton noch zu steif bleibt, bzw. bereits zu weich ist, nahe aneinander liegen; in der Regel wird etwas mehr Wasser als notwendig zugefügt und die richtige Bildsamkeit durch Hinzufügen trocken gemahlener Tons wieder hergestellt, ein Vorgang der meist kurz von der endgültigen Gleichartig-Machung, d. h. im Tonschneider, erfolgt. Die Sumpfruben — mit einem Inhalte von 9—25 cbm und höchstens 2 m Tiefe (wenn ihre Füllung und Entleerung nicht beschwerlich werden soll) sollen wasserdicht<sup>3)</sup>, also Wände und Boden aus Zementmauerwerk hergestellt sein. Die Zeitdauer des Weichwerdens und demgemäß des Einsumpfens ist abhängig von dem Material; sehr trockener

1) In China läßt man die Porzellanterde lange Jahre auswintern, wodurch ihre besonders große Plastizität bedingt ist, die es gestattet, ganz dünne Gefäße herzustellen. Auch hat die Erfahrung gezeigt, daß man in derselben Zeit von gut ausgewittertem Ton doppelt so viel, wie von weniger gut vorbereitetem, zu verarbeiten vermag.

2) Hier können Luft und Wärme auch von unten aus zu.

3) Sumpfruben stehen hier also in bemerkenswertem Gegensatze zu den weiter unten besprochenen Schlammbecken.

Ton ist oft schon in 12 Stunden verwendbar, gewöhnlicher Ziegelton erfordert meist 3 Tage; hier muß also die Größe der Sumpfe der dreifachen Tageserzeugung der aus ihrem Ton hergestellten Steine entsprechen.

Die Sumpfgarbe wird — gegebenen Falles unter Zerkleinerung zu großer Stücke — mit Ton angefüllt; dieser wird mit Wasser besprengt und das Ganze mit Holzstangen ausreichend durchgerührt; schließlich wird noch soviel Wasser zugesetzt, daß es die Tonmasse um wenige Zentimeter bedeckt.

Beim Herausnehmen wird der Ton zunächst an einer Stelle bis zur Sohle fortgenommen und dann von der so gewonnenen Vertiefung aus zunächst an der Sohle abgegraben. Da nunmehr der Ton von oben nachfällt und nach oben gefördert wird, wird durch diese Arbeitsdurchführung eine gute Vermengung der einzelnen nie gleichartigen Schichten des eingesumpften Tones bewirkt.

Sollen während des Sumpfens dem Tone Magerungsmittel zugesetzt werden, so geschieht das Einbringen schichtenweise und vor dem Zuführen des Wassers und dem Durcharbeiten der Masse.

Das früher vielfach beliebte Durchtreten des Tons durch Menschen auf besonderen Treibühnen, in 10 cm hoher Schicht unter Begießen mit Gießkannen und gleichzeitigem Heraussuchen größerer Steine, ist heute als wenig wirtschaftlich und nicht ausreichend nicht mehr im Gebrauche.

Eine chemische Aufbereitung eines stark gipshaltigen Tons und zwar im Hinblick auf die sonst später zu erwartenden Ausblühungen der Steine kann durch Hinzufügung von kohlen-saurem Barium zur Rohmasse erfolgen — vielfach erst kurz vor der Verformung dieser (vergl. S. 259 und 260). Alsdann bilden sich durch chemische Umsetzung die im Wasser nicht löslichen und daher auch nicht zu Verwitterungen führenden Salze: schwefelsaures Barium und kohlen-saurer Kalk; der sicheren Wirkung halber empfiehlt es sich Barium im Überschuße zuzusetzen.

## § 50. Das Gleichartigmachen (Homogenisierung) der Tone durch Maschinen und besondere mechanische Vorrichtungen.

Die zur Homogenisierung des Tones verwendeten Maschinen lassen sich in zwei Gruppen je nach seinem Zustande bei der Bearbeitung einteilen und zwar in Maschinen, die mit trockenem oder erdfeuchtem Ton (I) und solchen, die mit weichem Material (II) arbeiten.

I. Bei der ersten Gruppe kann der Ton bzw. das Tongestein<sup>1)</sup> unmittelbar der Grube entnommen (oder nach künstlicher Trocknung) den Maschinen zugeführt werden. In der Regel sind es hier nur fettere Tone, welche für Gefäßherstellung, feuerfeste Gegenstände, gesinterte Platten u. dergl. benutzt werden, die eine trockene Behandlung erfahren, und zwar durch Zerquetschen, Zermahlen, Zerstoßen, oft unter gleichzeitiger Zuführung oder auch nachträglicher Vereinigung mit Magermitteln, die in gleichartigen Maschinen, wie der Ton selbst, gepulvert werden. Bei gewöhnlichem Ziegelton wird nur dann von der trockenen Homogenisierung Gebrauch gemacht, wenn sich die Rohstoffe nicht auf nassem Wege bis zu ausreichender Formbarkeit bringen lassen.

1) Die maschinelle Aufbereitung erspart erheblich Zeit; wollte man z. B. den gewöhnlichen Schiefer-ton durch Auswintern usw. vorbereiten, so würden, bis er ausreichend plastisch würde, mehrere Jahre notwendig sein.

Die Magermittel werden, je nach dem Verwendungszwecke, sehr fein oder gröber gemahlen; bei großer Feinheit entsteht nach dem Brennen ein Körper von sehr gleichartiger Beschaffenheit, der aber sehr hohen Temperaturen und namentlich starkem, schnellem Temperaturwechsel nicht unterworfen werden darf, während bei größerer Körnung der Magerungsmittel gerade die letzteren Eigenschaften vorteilhaft beeinflußt werden, wenn auch auf Kosten des Aussehens der Erzeugnisse; namentlich gilt dies von einem Magermittel mit eckigen Teilchen (gemahlene Chamotte bei feuerfesten Steinen). —

Schließlich wird der bis zur Pulverfeinheit zerkleinerte Ton nach Siebung und Annässung in die weiter unten besprochenen Tonschneider gebracht und in ihnen in eine plastische Masse verwandelt.

Als Maschinen, die hier in Frage kommen, seien genannt:

a) Kollermühlen, Kollergänge: Zwei Walzen bewegen sich in einem eisernen Troge und zerkleinern die in diesem sich befindenden Materialien; hierbei kann die Bodenplatte fest oder beweglich sein<sup>1)</sup>. Die Walzen drehen sich in beiden Fällen um sich selbst, im ersteren auch um die senkrechte Achse der Maschine. Mit verhältnismäßig geringer Antriebskraft (2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—3 Hp) leisten die Maschinen sehr viel. Sie werden auch mit Siebvorrichtungen versehen, sodaß der genügend zerkleinerte Ton möglichst schnell aus dem Kollergange entfernt und hierdurch ein leichter Gang der Maschine erzielt wird. Für weichere Tone ist das Material gewöhnlicher Eisenguß, sonst werden die Ringflächen der Walzen (Läufer) und die Bodenplatte von Hartguß

hergestellt und leicht auswechselbar angefügt. Die Entfernung des gemahlene Gutes erfolgt selbsttätig durch besondere Vorrichtungen. Der Antrieb der Maschine kann nach Erfordern von unten oder oben aus geschehen, greift aber meist oben an. Die meist verwendeten Gänge sind sogenannte Naßkollergänge (mit festen Bodenplatten), welche ein leidlich feuchtes Material — in grubenfeuchtem Zustande — zerkleinern (Abb. 48) und in vielen Fällen geeignet sind, andere Vorbereitungsmaschinen zu ersetzen; namentlich haben sie auch eine gute Wirkung bei starker Verunreinigung des Tons durch Steine. Oft ist bei den Naßkollergängen

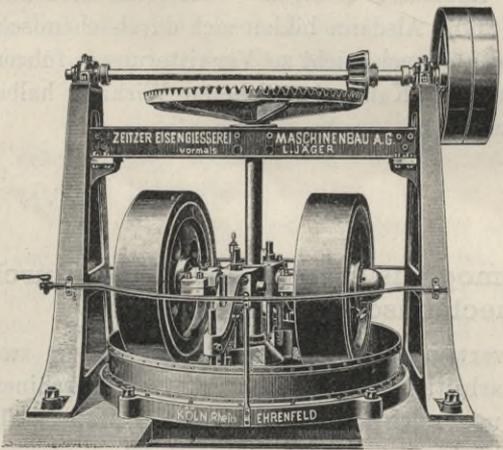


Abb. 48.

noch ein anschließendes Feinwalzwerk erforderlich, da man die Löcher in der Stahlbodenplatte, durch die das gemahlene Gut entweicht, nicht so klein wählen kann, wie es das Rohmaterial eines besseren Ziegels erfordert. Die Bauart des in Abb. 48 dargestellten Naßkollerganges der Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-A.-G. zu Köln-Ehrenfeld ist die folgende:

Das Gestell besteht aus hohen Ständern und kräftiger Querverbindung; auf ihnen baut sich der konische Räderantrieb auf. Der Teller ist festliegend. Die Läufer bewegen sich unabhängig voneinander, indem ein jeder an besonderer Kurbel in Umdrehung versetzt wird, die ihrerseits durch

<sup>1)</sup> Für die Abnutzung und den ruhigen Gang der Maschine ist im allgemeinen der feststehende Teller zweckmäßig; hier sprechen aber — vergl. die Trockenkollergänge S. 275 — auch noch andere Gesichtspunkte mit.

Vermittelung eines schweren Kopfstückes mit der Vertikalachse in Verbindung stehen. Die Tellerplatten sind mit eigenartig gebildeten Rundlochungen ausgeführt, da nur solche eine möglichst gute Zerkleinerung und Vermischung sichern. Die Befeuchtung des Materials erfolgt durch ein Berieselungsrohr.

Die neben den vorgenannten Gängen, wenn auch seltener vorkommenden, Trockenkollergänge dienen in der Ziegelindustrie vorwiegend zum Vermahlen von Tonschiefer. Da es sich hier meist um ein Zerkleinern bis auf Pulverfeinheit handelt, so wird das Material gleich im Kollergange auf die gewünschte Feinheit gebracht und abgesiebt. Diese Absiebung ist eine dauernde und verlangt eine Lage der Siebe außerhalb der Kollerbahn, damit sie sich nicht verstopfen. Aus diesem Grunde werden die Trockenkollergänge vorteilhaft mit beweglichem Teller ausgeführt.

Der in Abb. 49 wiedergegebene Trockenkollergang, ebenfalls eine Ausführung der Zeitzer Fabrik zu Köln-Ehrenfeld, hat zwei um ihre Horizontalachse sich drehende Läufer und eine bewegliche Kollerbahn. Die Horizontalachsen der Läufer liegen in seitlich an den Ständern angeschlossenen Geradfürungen, welche den Achsen Bewegungen innerhalb bestimmter Grenzen nach oben und unten zu gestatten. Der Antrieb erfolgt hier durch ein konisches Räderwerk von unten aus. Ein Scharfwerk führt fortwährend das gemahlene Material nach den am äußersten Umfange des Tellers liegenden Siebplatten. Der genügend zerkleinerte Ton fällt durch die sich nach unten erweiternden etwa 5 mm großen Löcher der Siebe, während das gröbere Mahlgut wieder unter die Läufer geführt wird. Je nach der gewünschten Korngröße sind die Siebplatten auswechselbar. Durch die Siebe gelangt das Feingut in eine ringförmige Rinne, aus welcher es von Abstreichblechen oder Räumern durch eine Öffnung nach unten, z. B. in den Trog eines Brecherwerkes befördert wird.

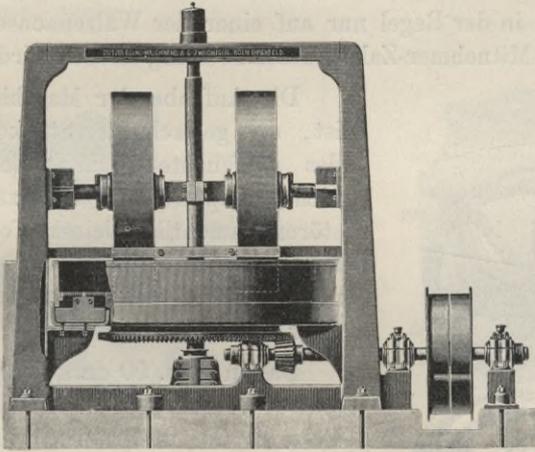


Abb. 49.

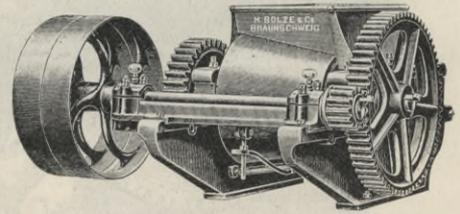


Abb. 50.

b) Desintegratoren, Schleudermühlen, heute vielfach durch Kollergänge und die unter c) erwähnten Walzenmaschinen ersetzt, bestehen meist aus drei ineinander steckenden, um dieselbe Achse sich drehenden Zylindern<sup>1)</sup>, deren Mäntel aus einzelnen, nahe an einanderliegenden Stahlstäben gebildet sind.

Der mittlere Zylinder bewegt sich hier in entgegengesetztem Drehsinne wie der innere und äußere, und wie diese mit erheblicher Geschwindigkeit. Die zu zerkleinernde Masse gelangt zunächst in die innerste Trommel und wird beim Gegenschleudern durch die Stäbe zerkleinert. Die notwendige Antriebskraft ist hoch, aber auch die Leistung der Maschine eine gute<sup>2)</sup>.

c) Walzenmaschinen finden Verwendung, wenn der Ton keine großen Steine enthält; sie zeichnen sich bei verhältnismäßig geringer Betriebskraft durch gute Leistung aus. Die meist zu zweien vorhandenen und mit verschiedener Geschwindigkeit<sup>3)</sup> laufenden

1) Z. B. der Caarsche Trommel-Desintegrator.

2) Bei 7 Hp. werden 7000 kg in 1 Stunde verarbeitet.

3) Walzen mit gleicher Geschwindigkeit zerdrücken nur den Ton, während solche mit verschiedener Geschwindigkeit ihn zugleich zerreißen; allerdings nützt sich die schneller rotierende Walze auch mehr ab.

Walzen haben die Form von Zylindern oder Kegeln<sup>1)</sup>; letztere Formen empfehlen sich namentlich bei Ton in größeren Klumpen, zumal sie auch besonders harte Beimengungen seitlich hinausschieben und in der Regel ihre regelmäßige Form besser bewahren als Zylinderwalzen; ihre Oberflächen sind je nach der Tonart glatt oder mit Riffelung,

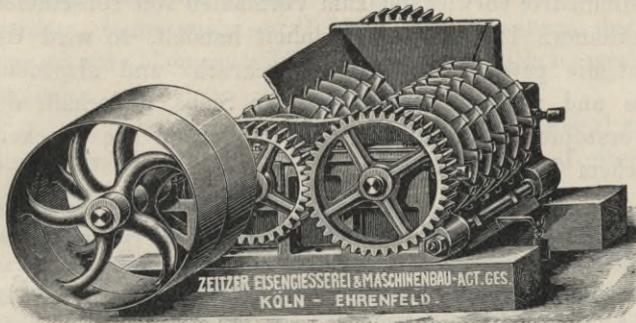


Abb. 51.

Selbstreinigung. Der Antrieb befindet sich in der Regel nur auf einer der Walzenachsen, während die andere durch Vermittelung eines Mitnehmer-Zahnrades in Drehung versetzt wird<sup>2)</sup>.

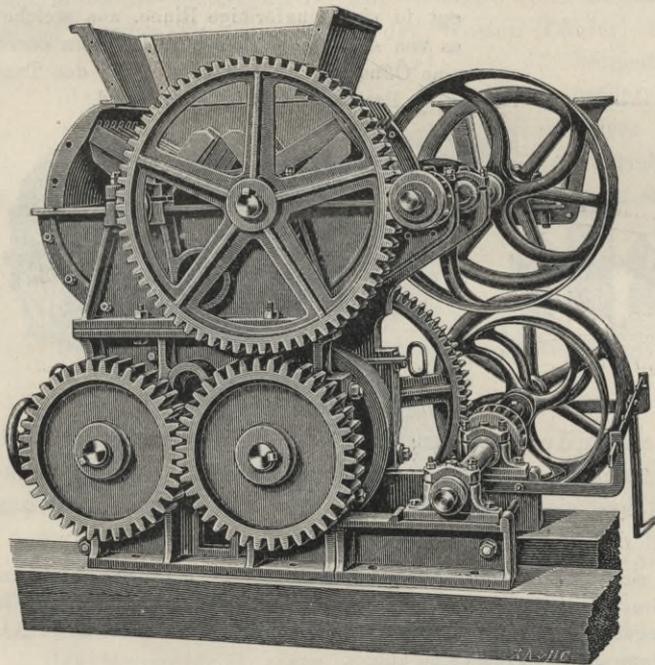


Abb. 52.

1) Konische Walzen haben bei gleicher Umdrehungsanzahl der Wellen, wenn sie sich gegenüber liegen, von Natur aus ungleiche Umfangsgeschwindigkeiten, da der kleinere Durchmesser der einen Walze, dem größeren der anderen gegenübersteht. Hierdurch sind gegenüber zylinderischen Walzen wesentliche Vorteile erzielt, bestehend in: Ersparnis an Betriebskraft, besserer Tonverarbeitung, namentlich besserer „Einziehung“ des Tons.

2) Nur wo es sich um sehr große Leistung bei eng gestellten Walzen und demgemäß bei Vermeidung allzugroßer Walzendurchmesser darum handelt, die Walzen sehr schnell laufen zu lassen, empfiehlt es sich eine jede der beiden Walzenachsen für sich anzutreiben.

Zähnen, Stacheln u. dergl. versehen. Besonderer Wert ist auf die Festigkeit und Unbeweglichkeit des Gestells zu legen.

An einzelnen Arten werden unterschieden:

α) Glattwalzwerke. Jede Walze besteht aus einem gußeisernen Walzenkern, auf welchen der konische Walzenmantel aus Stahlhartguß aufgezogen ist; jede Walze erhält einen nachstellbaren Schieber zur

Die Aufgabe der Maschine ist, die gewachsene Struktur des erdfeuchten, im Äußern nicht schlüpferigen Tons zu zerstören, namentlich kleinere Tonknoten zu zerdrücken, da gerade diese oft das Reißen fertiger Steine veranlassen.

Das in Abb. 50 dargestellte glatte Walzwerk (der Firma H. Bolze & Co. in Braunschweig) ist gleich so eingerichtet, daß es unmittelbar auf die Ziegelmaschine aufgesetzt werden kann.

β) Brechwalzwerke. Sie finden Verwendung zum Vorwalzen nasser, stückiger aber steinfreier Tone, die ungewintert oder in nicht genügend vorbereitetem Zustande zur Verarbei-

tung gelangen, oder von fetten, festen, schiefer- oder sandsteinartigen Tonen. Während außen feuchte und schlüpfrige Tonstücke von Glattwalzen nur schlecht gefaßt werden, greifen die eigenartig geformten Brechwalzen dieselben ohne Schmierigkeit an, selbst wenn das Material in größeren, nassen Stücken eingebracht wird. Da die Brechwalzwerke den Ton nicht so fein wie notwendig zerkleinern, wird in der Regel ein solches Walzwerk über einem Glattwalzwerke montiert, das alsdann die Arbeit des ersteren vervollständigt.

Das in Abb. 51 dargestellte Brech-Walzwerk<sup>1)</sup> zeigt Walzen mit eigenartig gezähnten Walzenmänteln, welche leicht auswechselbar sind. Die Zähne greifen in entsprechende Rillen der Gegenwalze ein, so daß selbst schwere Tonstücke sicher eingezogen werden und das lästige Nachstopfen entfällt.

In Abb. 52 und 53 ist ein ähnliches Brechwalzwerk (Stachelwalzwerk) mit darunterliegendem glattem, konischem Glattwalzwerke dargestellt<sup>2)</sup>.

Das oben liegende, zum Vorbrechen der Schollen dienende Stachelwalzwerk besteht aus 2 mit kreuzweise aufgesteckten Messern armierten Wellen, die sich gegeneinander drehen und über denen sich ein Rost aus starkem Flacheisen befindet, durch welchen die Messer hindurchgreifen, vergl. Abb. 52, in der ein Teil des obigen Mantels fortgenommen ist, sowie den Querschnitt in Abb. 53. Durch die Anordnung des Rostes ist erreicht, dass man den Walzen größere Tonmassen (z. B. den ganzen Inhalt eines Kippwagens) zuführen kann, da diese hier nicht die Walzen belasten, sondern von dem Rost aufgenommen werden.

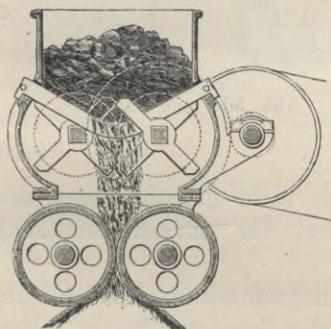


Abb. 53.

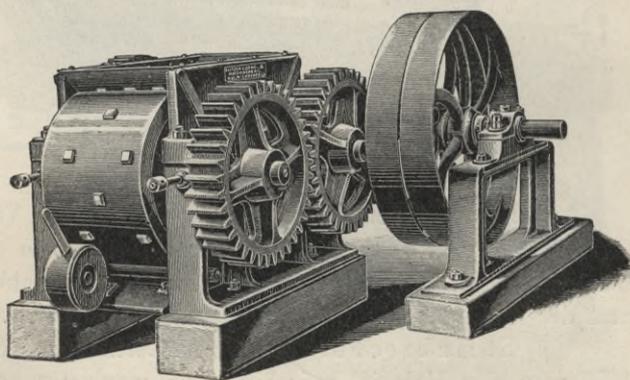


Abb. 54.

γ) Das Nockenwalzwerk, mit zylindrischen Walzen und auswechselbaren Stahlnocken auf den Stahlmänteln dieser, vergl. Abb. 54<sup>3)</sup>.

Der Antrieb ist einseitig, die zweite Walzenachse wird durch Mitnehmerräder bewegt. Das Walzwerk eignet sich zum Vorwalzen von festen, stückigen, mit nicht sehr harten Steinen versetzten Ziegeltonen. Die Zerkleinerung erfolgt bis zur „Bohnen“-Größe; das Walzwerk ist also nur ein „Vorwalzwerk“.

δ) Desintegrator-Walzwerk. Die Walzen zeigen verschieden große Durchmesser; die kleine Walze ist mit Stahlnocken versehen, während die große eine zylindrische Glattwalze ist. Die Nockenwalze läuft mit hoher Geschwindigkeit, die andere langsam. Die hierdurch bedingte Differenzgeschwindigkeit bewirkt in Verbindung mit der Walzenausbildung eine besonders günstige Zerreibarbeit; jede Walze erhält unmittelbaren Riemenantrieb. Die Maschine verarbeitet jeglichen, von harten Steinen freien Ton, gleich ob fett, mager, feucht oder naß.

1) Von der Firma Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau A.-G. Köln-Ehrenfeld (vormals Louis Jäger) hergestellt.

2) Hergestellt von der Firma H. Bolze u. Co. Braunschweig.

3) Vergl. die vorstehende Anm. 1).

ε) Das Walzwerk (DRP. 116608)<sup>1)</sup>, dargestellt in den Abb. 55<sup>2)</sup> und 56 a b, vereinigt durch die Art der Walzen ein Vor- und Feinwalzwerk in einer einzigen Maschine und hat demgemäß besondere wirtschaftliche Bedeutung.

Hier bestehen — vergl. die vorigen Abb. — die Walzen aus mehreren Hartstahlringen a u. b und den Walzendeckeln c u. d, die so gebildet sind, daß die Walzenoberfläche eine gleichmäßig verlaufende Wellenfläche bildet. An den konvexen Wellenteilen sind „Einzugskörper“ — e — angebracht, welche beim Drehen der Walzen in Schlitz f der konkaven Ringteile eingreifen.

Da somit die Walzen trotz der Einzugskörper ganz eng aneinandergestellt werden können, liefern die Wellenwalzwerke für sich allein ein Feinwalzerzeugnis, zu dessen Herstellung sonst meist ein Brechwalzwerk und ein Glattwalzwerk notwendig sind.

Die Abnutzung der Walzen ist hier eine geringe und gleichmäßige, was dadurch erklärlich wird, daß durch die Einzugsvorrichtung ein Schleifen des Materials (besonders auf die Abnutzung einwirkend) vermieden wird.

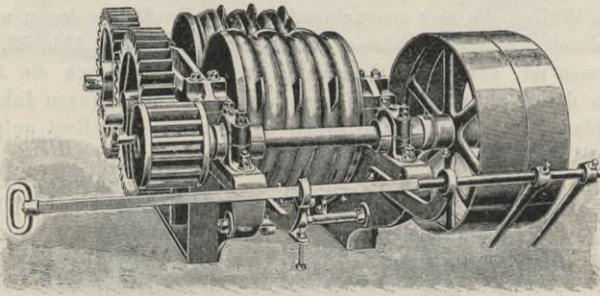


Abb. 55.

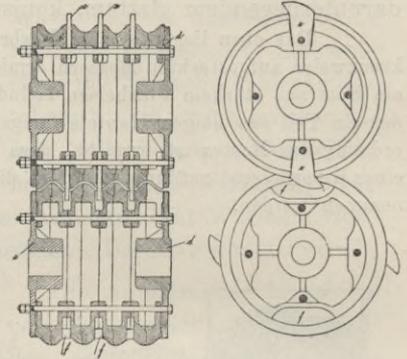


Abb. 56 a und b.

d) Ferner finden, wenn auch weniger häufig, Verwendung:

α) Pochwerke mit senkrechten Stempeln arbeitend, nicht günstig wegen des Geräusches, der starken Erschütterung, der Staubbelastigung, der starken Abnutzung und der nicht besonders genauen und guten Arbeit.

β) Steinbrecher; mehr zum Zerkleinern von Magerungsmitteln verwendet; hier läßt man das Material zwischen zwei maulartig gegeneinander bewegte Platten fallen, deren Zwischenraum keilförmig ist, sodaß eine allmähliche Zerkleinerung erfolgt.

γ) Kugelmühlen, zur Mahlung von Magerungs- und Glasurmaterialien benutzt<sup>3)</sup> usw. usw.

II. Zu den maschinellen Vorrichtungen, welche — oft im Anschlusse an die unter I erwähnten Einrichtungen — den Ton in feuchtem, weichem Zustande bearbeiten und gleichartig machen, gehören in erster Linie die Tonschneider, alsdann Schlämmvorrichtungen.

a) Die Tonschneider, von den einzelnen Fabriken in sehr verschiedener Ausgestaltung der Einzelteile geliefert, bestehen hauptsächlich aus einem zylindrischen oder konischen Behälter, in dessen Innerem sich eine lang durchgehende Welle (selten zwei)<sup>4)</sup> bewegt, die mit Messern, Schraubenflügeln, Schaufeln, Schnecken, gekrümmten

1) Hergestellt von den Gelsenkirchener Gußstahl- und Eisenwerken (vorm. Munscheid & Co.) zu Gelsenkirchen i. W., erfunden von dem techn. Direktor der Draché'schen Ziegelwerke in Budapest M. Condula.

2) In Abb. 55 ist das die Walzen umschließende Gehäuse fortgelassen.

3) Vergl. S. 145 Anm. 2).

4) Tonschneider mit 2 sich entgegengesetzt drehenden Wellen finden sich z. B. in der Chamottesteinfabrikation; meist gelangt hier der Ton auch durch 2 Auslaßöffnungen nach außen.

Scheiben u. dergl. besetzt ist; diesen fällt die Aufgabe zu, den an der einen Seite des Behälters eingeführten Ton zu zerschneiden, zu vermischen, zu kneten und hierbei vorwärts nach dem anderen Ende des Behälters zu schieben. Hier schließt sich nicht selten gleich die Vorrichtung zum Formen der Steine, Rohre usw. an. Es fallen mithin die Tonschneider für eine Anzahl von Erzeugnissen des Ziegelgewerbes mit den Formmaschinen zusammen.

Je nachdem der Behälter des Tonschneiders liegt oder steht unterscheidet man:  
 $\alpha$ ) liegende,  $\beta$ ) stehende Tonschneider.

$\alpha$ ) Die liegenden Tonschneider werden vielfach in Verbindung mit Glattwalzen geliefert, die einerseits den Ton nochmals fein zerdrücken und andererseits für den Tonschneider als Speisewalze wirken, da sie eine regelmäßige Zuführung des Tones bedingen. In der Regel wird das Walzwerk durch Zahntrieb mit der Antriebsachse des Tonschneiders in Verbindung gebracht, also mittelbar angetrieben. Vorrichtungen zum Aufklappen des Behälters zwecks Revision seines Innern sind notwendig; gegenüber stehenden Tonschneidern haben die liegenden den Vorteil, daß sie die Masse besser durcharbeiten und längere Zeit kneten, weil hier die eigene Schwere des Tons seinem Durchgange durch die Maschine nicht förderlich ist; diesem Vorteile stehen gegenüber als nicht allzu erhebliche Nachteile, eine stärkere Triebkraft und eine vergrößerte Aufstellungsfläche.

Auch zur Vermengung von Ton mit Magerungsmitteln (Chamotte, Kohle usw.) ist der liegende Tonschneider bestens bewährt.

Der in Abb. 57 dargestellte Tonschneider der Zeitzer Fabrik<sup>1)</sup> ist eine liegende Maschine mit seitlichem Austritt des Tons und in Verbindung mit einem Walzwerk über dem Einwurf.

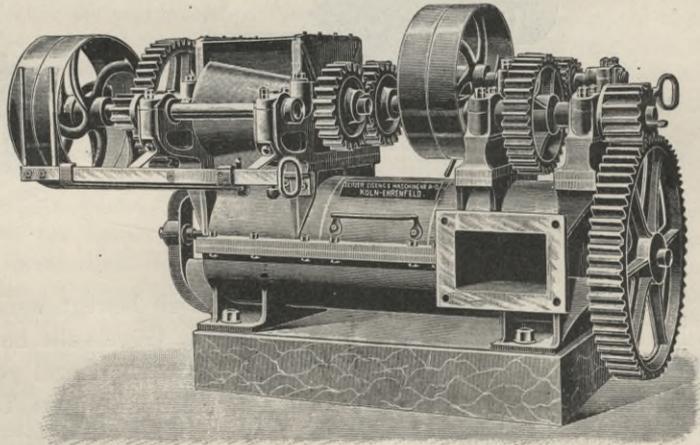


Abb. 57.

Der Behälter ist zylindrisch und besteht behufs Nachsehens und Reinigung der inneren Teile aus zwei verschraubten Teilen. Die durchgehende Messerwelle ist vorn und hinten gelagert, und am hinteren Ende mit einem gehärteten, stählernen Zapfen versehen; dieser drückt gegen eine gleichartige, nachstellbare Spindel und nimmt so den Druck des Tons gegen die Messer auf; letztere sind aus bestem Stahl und leicht auswechselbar. Der Antrieb von Tonschneider und Walzwerk ist hier voneinander unabhängig.

Einen ähnlich konstruierten Tonschneider — und zwar in geöffnetem Zustande — läßt Abb. 58 erkennen, Bauart Bolze-Braunschweig. Weitere liegende Tonschneider werden im folgenden Kapitel bei den Formmaschinen für Ziegel vorgeführt werden.

$\beta$ ) Die stehenden Tonschneider sind in ihrer Gesamtanordnung der unter  $\alpha$ ) erwähnten Bauart durchaus entsprechend. Das Gefäß ist hier rein zylindrisch oder auch nach unten verjüngt. Ein jedes der nach der Achse zu verstärkten Messer umfaßt (wie bei  $\alpha$ ) diese auf etwa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  des Behälterdurchmessers; die einzelnen Messer

1) Vergl. Anm. 1), S. 277.

sind so zueinander angeordnet, daß in der Horizontalprojektion zwischen ihnen freie Räume verbleiben, damit der Ton nicht nur zerschnitten, sondern auch — wobei die eigene Schwere mitwirkt — nach unten fortbewegt wird. Am obersten Messer ist eine Schabevorrichtung angebracht, welche etwa an der Behälterinnenseite sich ansetzenden Ton entfernt. Den Behälter durchdringende dünne Bolzen verhindern ein Ansetzen des Tones an die Messer (wie bei  $\alpha$ ). Ein Beispiel der vorwiegend bei größeren Handstrichziegeleien verwendeten Maschine gibt Abb. 59<sup>1)</sup>.

Der gußeiserne zylindrische Mantel ruht auf einem schweren Untergestell. Der Antriebsmechanismus besteht aus 2 Zahnradvorgelegen und Riemenscheibe. Der Zylinder ist mit einer Putztüre versehen; an seinem unteren Ende befindet sich die Ausgangsöffnung für das verarbeitete Material, welche beliebig weit oder eng gestellt werden kann.

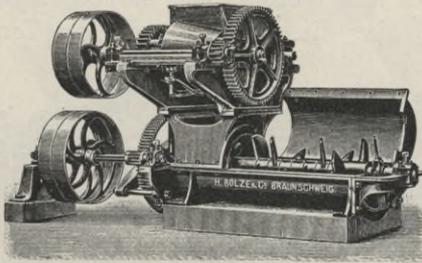


Abb. 58.

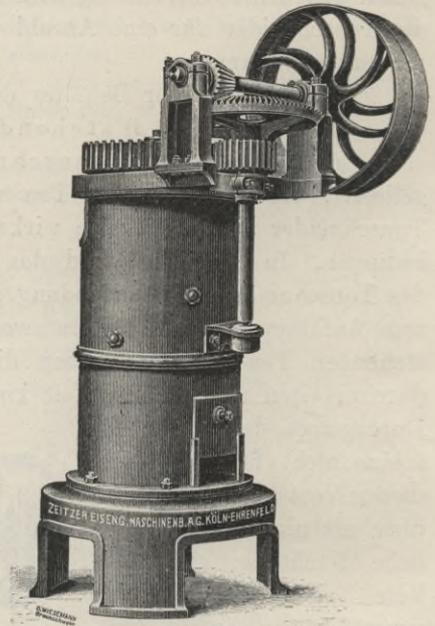


Abb. 59.

Soll der Tonschneider durch Tierbetrieb bewegt werden, so wird die Tonschneiderachse unmittelbar in ihrem oberen Teile als Göpelwelle benutzt und ausgebildet und an sie der hölzerne Zugbaum angeschlossen. In der Regel genügt ein Pferd zum Betriebe. Leistung an Ton bis zu 10000 Normalsteinen an einem Tage.

b) Schlämmvorrichtungen. Durch Schlämmen des Tones, ein zwar umständliches und teures Verfahren, wird ein sehr gleichmäßiges Endprodukt erzielt; deshalb ist das Schlämmen trotz der hohen Kosten von vielen Ziegeleien eingeführt, da die Mehrausgaben durch die spätere, bequeme Weiterverarbeitung des Tons und die Güte des Fabrikates wieder ausgeglichen werden. Durch das Schlämmen werden allmählich von der Lehmmasse die spezifisch schwereren, in ihr enthaltenen Beimengungen ausgeschieden, bis schließlich nur noch reine Tonsubstanz oder ein gewünschtes Gemenge dieser mit den magernden, im Lehm enthaltenen Stoffen zurückbleibt. Inwieweit im letzteren Sinne der Schlämmprozeß auszudehnen ist, entscheidet die verlangte Tonqualität, also der spätere Verwendungszweck und unmittelbar ein diesem letzteren Rechnung tragender Schlämmversuch (Probeschlämmen vergl. S. 266).

Der Schlämmbetrieb kann ein unterbrochener oder kontinuierlicher sein, je nachdem man den Ton sich nacheinander in einzelnen Gruben mit zwischenliegenden Ruhepausen absetzen, oder bei ausreichender Wassermenge dauernd einen Wasserstrahl auf den Ton einwirken läßt. Daß hierbei auch gegebenenfalls Magermittel hinzugefügt werden können, liegt auf der Hand. Als Maschinen, welche den Ton durchrühren, kommen in Frage:

1) Vergl. Anm. 1), S. 277.

- α) Rührwerke oder Mischer mit senkrechter Welle;
- β) Schlagwerke mit wagerechter Welle;
- γ) Trommelwerke mit sich drehenden äußeren Zylindern.

α) Die Rührwerke besitzen in der Regel zylindrische Behälter aus Mauerwerk, Verbundbau, Holz oder Eisen, in dem sich ein Rührwerk mit festen, senkrecht stehenden Armen, harkenförmigen Vorrichtungen und dergleichen bewegt. Abb. 60 und 61 a. b.

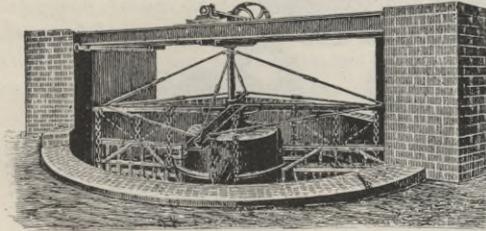


Abb. 60.

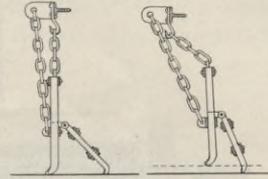


Abb. 61 a, b.

Das hier dargestellte Patent-Harken-System Lüdicke-Werder a. d. H., zerschlägt infolge seiner Schwere und schnellen Bewegung die eingeworfenen Tonmassen; hierbei springt — an den festen Ton anprallend — Abb. 61 b — die Harke zurück, ohne jedoch aus ihrer Senkrechten zu kommen oder die ganze maschinelle Vorrichtung zu erschüttern, während der nach hinten angeschlossene kürzere Arm eine weitere Zerteilung der zerschnittenen Tonballen bewirkt. Nach dem vollkommenen Aufrühren des Tones läßt man den oben stehenden Tonschlamm ablaufen und leitet ihn über ein Sieb hinweg nach Absatzgruben, während — nach Anhalten des Rührwerks — die in diesem verbliebenen Rückstände beseitigt werden. Um ein Anhalten zu ersparen, also kontinuierlich arbeiten zu können, können die Nebenharken so geführt und gestellt werden, daß sie die zu Boden fallenden Verunreinigungen allmählich nach einer in der Mitte des Rührbehälters liegenden Vertiefung schieben. Von hier aus können die genannten Stoffe mit irgend einem Becherwerke oder einer ähnlichen Transportvorrichtung in einem in der Mitte des Rührwerkes für diesen Zweck angeordneten festen Zylinder nach oben geführt werden, ohne daß die Maschine angehalten zu werden braucht.

Die in Verbindung mit den Rührwerken benutzten Schlammgruben, in denen der Ton eine bestimmte, durch Versuche festzulegende Zeit absitzt (um gegebenenfalls alsdann in weitere Gruben geleitet zu werden), sind zweckmäßig in Sandboden anzulegen, und sowohl Wände wie Sohle nicht abzudichten; den Abzug des Wassers unterstützt eine Drainage der Sohle aufs beste, da wegen Verschlammung des Sandes durch Tonteilchen dessen Wasserleitungsfähigkeit bald aufhört. In den Schlammgruben können dem Ton auch Magermittel zugeführt werden, zweckmäßig alsdann, wenn sich auf dem Tone kein Wasser mehr absetzt. Die fein gemahlene und gesiebte Mittel werden alsdann in genau vorher bestimmter Menge<sup>1)</sup> auf den Tonbrei aufgestreut und mit diesem vermischt.

β) Schlagwerke; sie bestehen aus wagerecht oder wenig schräg liegenden, zylindrischen, oben meist offenen Behältern, in deren Inneres an wagerechter, sich drehender Achse ein Rührwerk eingefügt ist. An Stelle dieses, aus der Achse und einzelnen Armen bestehend, kann auch ein nur aus Eisenstäben gebildeter Zylinder Verwendung finden, der zunächst den Ton aufnimmt und ihn bei seiner Drehung in den ihn umgebenden mit stetigem Wasserzufflusse versehenen Behälter abschlämmt;

<sup>1)</sup> Diese Menge wird durch Wägung und Messung bestimmt. Hat man z. B. 1 l Schlammflüssigkeit von 1200 g Gewicht, in der die suspendierte Masse ein Volumen von 50 ccm besitzt, d. h. 50 g Wasser verdrängt, so besteht die Flüssigkeit aus  $1200 - (200 + 50) = 950$  g Wasser und 250 g fester Substanz. Hiernach bestimmt sich die Menge von Körpern, die in einem bestimmten Volumen Schlammflüssigkeit vorhanden ist, bezw. der Wasserzusatz, der zu ihm hinzugefügt werden muß, um eine Schlammmasse von bestimmtem Gewichte für je 1 l zu finden.

hierbei fallen kleinere Verunreinigungen durch die Stäbe (Mantellinien) des Zylinders in den Behälter, während größere Steine in demselben verbleiben und nach dem tiefer gelegenen Ende rutschen, wo sie zeitweise von Hand aus entfernt werden.

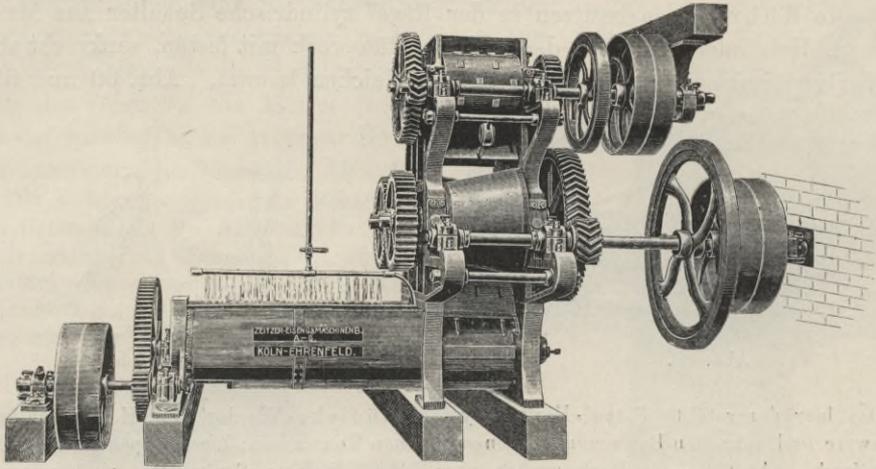


Abb. 62.

Sehr oft sind, wie aus den Abb. 62 und 63 ersichtlich ist (Bauart der Zeitzer Eisengießerei usw. zu Köln-Ehrenfeld), Schlagwerke mit Walzwerken oder Formmaschinen verbunden.

Während sich die Zusammenstellung in Abb. 62 hauptsächlich zur Verarbeitung von schwerem, steinigem Tonboden als Vorbereitung für eine Ziegelpresse oder für Handstreicherei eignet, ist die Bauart in Abb. 63 für reine und milde Tonarten zu verwenden, die nach Passieren des Rühr- und des Glattwalzwerkes unmittelbar zur Verformung sich eignen.

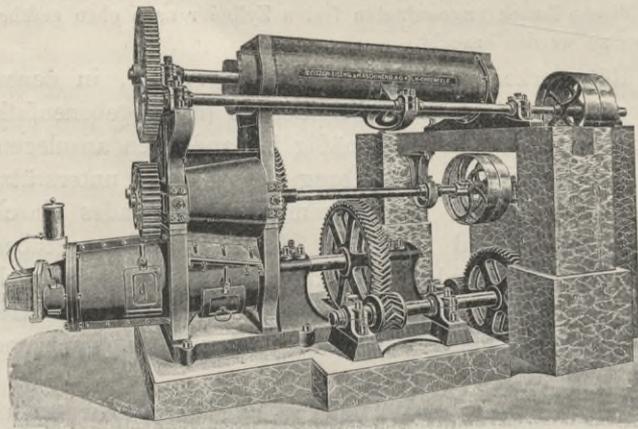


Abb. 63.

Ton fließt bei dauerndem Zulauf des Wassers von oben durch das untere Ende der Trommel ab<sup>1)</sup>.

Auf erheblich anderen Konstruktionsgrundsätzen wie die vorhergehend beschriebenen Ziegelmaschinen, die je nach den Rohstoffen und dem Endzwecke bald in dieser, bald in jener Vereinigung zu gemeinsamer Tätigkeit verbunden werden, beruhen

1) Eine derartige Maschine liefert z. B. bei 2 m  $\varnothing$  und 2,6 m Länge und einem Antrieb von 3 HP täglich Ton für rund 8000 Normalziegel.

7) Bei den Trommelwerken bewegt sich der zylindrische, geschlossene Behälter zwischen äußeren Führungsrollen in entgegengesetztem Sinne und erheblich langsamer als das sich in seinem Innern drehende Rührwerk. Die Zuführung des Tones erfolgt durch eine Schnecke mit Trichter, welche den Ton in die Trommel drückt; der geschlammte

die nachfolgenden beiden Anordnungen; sie können als mehr einheitliche Maschinen angesprochen werden, welche auf besonders kurzem Wege den Ton von der Beschaffenheit an, wie ihn die Natur liefert bis zur vollkommenen Gleichartigkeit und genügenden Plastizität verarbeiten.

a) Der Elapidator (DRP.) von H. Kühne (i. Fa. Petersen), Hadersleben, eine Ziegeltonreinigungs- und Mischmaschine. Abb. 64.

Dies Maschine reinigt den Ziegelton von Steinen, Kalk und anderen Fremdkörpern in bester Weise und Arbeit dabei selbst ganz fetten, langen wie kurzen Ton in vorzüglicher Weise durch. Die Ausscheidung erfolgt vermittelt von Drahtgittern, welche in zwei nebeneinander liegenden Kästen abwechselnd durch den zu reinigenden Lehm hindurchgepresst werden (DRP. 144709); hierbei werden die Fremdkörper in die an ihrem Ende nach unten gekrümmten und offenen Abfallrohre gegen hier liegende

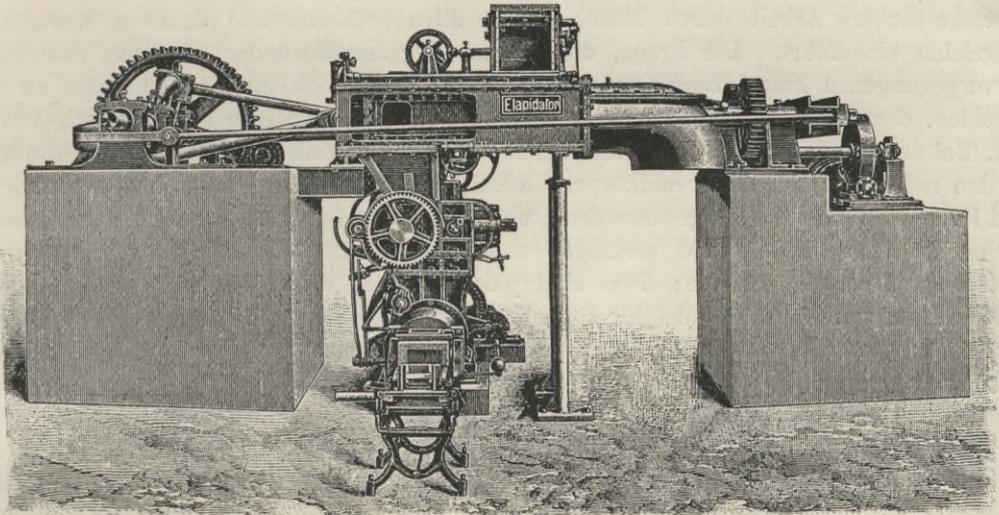


Abb. 64.

Transportschnecken gepreßt, während der reine Lehm durch die Gitter hindurchdringt und von letzteren bei deren Rückgang zu Ausfallöffnungen geführt wird. Von hier aus gelangt er entweder auf Transportvorrichtungen oder unmittelbar in die unter den Elapidator aufgestellten Ziegelpressen — vgl. Abb. 64.

Die im Abfallrohre angebrachte Transportschnecke befindet sich für gewöhnlich in Ruhe und ist durch eine Friktionskuppelung mit einer sich ununterbrochen drehenden Welle verbunden. Sobald der durch wiederholte Zuführung von fremden Beimengungen auf die Schnecke ausgeübte Druck eine bestimmte Größe erhalten hat, tritt die Kuppelung in Wirksamkeit und die Schnecke entfernt die Rückstände aus der Maschine in durchaus automatischer Weise.

Die Reinigung des Tons ist abhängig von der Art des Drahtgitters, dessen „Harfen“ leicht auswechselbar eingerichtet sind. Bei einer Stundenleistung von Material für 1000—3500 Normalsteine beansprucht die Maschine, je nach der Beschaffenheit des Tons, 8—10 HP.

b) Der Tonreiniger und Homogenisator des Eisenwerkes Bernsdorf O.-L. (E. Uhlich) DRP.

Die Maschine beruht auf dem Grundsatz einer rotierenden Scheibe, gegen die vermittelt einer kleinen Schneckenpresse — der „Speisepresse“ — der Tonstrang und zwar durch einen dünnen Arbeitsschlitz gedrückt wird. Während alle schädlichen festen Beimengungen zurückbleiben, wird der durch den Arbeitsschlitz gezogene, an der Scheibe haftende Ton unterhalb automatisch abgestrichen, um entweder in eine Ziegelpresse zu fallen, oder zwecks weitergehender Verfeinerung in eine zweite Maschine zu gelangen. Die Rückstände werden durch ein hin- und hergehendes, den Arbeitsschlitz stets freilassendes Messer nach rechts- und links in seitlich von der Scheibe angeordnete Kästen, „Steinfänge“, geschoben zugleich zerteilt dieses Messer auch den vor dem Arbeitsschlitz befindlichen Ton.

## Kapitel XVI.

## Das Formen, Trocknen und Brennen der Ziegelwaren.

## § 51. Das Formen der Ziegelwaren.

Die Formung kann vor sich gehen von Hand aus und durch Maschinen.

Während das Handformen vorwiegend in kleineren Werken und namentlich in solchen üblich ist, welche im Winter keinen Betrieb unterhalten, ist die bei weitem wirtschaftlichere Arbeit durch Maschinen in allen größeren und dauernd betriebenen Ziegeleien eingeführt. Die Frage, ob die aus der Handformung oder aus Maschinen hervorgegangenen Ziegel besser seien, ist auch heute noch nicht vollkommen zu entscheiden, denn auch hier spricht die spätere Verwendung der Steine ein gewichtiges Wort mit. Bei der Handarbeit ist eine Verbesserung des Rohmaterials durch Beseitigung von etwa in ihm noch vorhandenen Fremdkörpern leicht, desgleichen ein Nacharbeiten von Ecken und Kanten; auch sind die gewonnenen Steine gut porös (gesundheitlich wichtig!), zeigen geringeres Raumgewicht und verlangen zum Brennen im allgemeinen weniger Brennmaterial als Maschinensteine; diese sind jedoch fester, vollendeter in Form und Aussehen, meist auch widerstandsfähiger gegen atmosphärische Einflüsse und zeichnen sich durch geringeres Schwindmaß beim Trocknen und Brennen sowie durch die Möglichkeit sofortigen Transportes nach der Formung vorteilhaft aus. Der Vorwurf, daß Maschinenziegel bei ihrer Herstellung infolge der Reibung ihrer Außenfläche an den Wandungen der Mundstücke verschieden dicht werden und somit eine nicht gleichartige Struktur erhalten, kann heute im Hinblick auf die gerade diesen Verhältnissen Rechnung tragende, verbesserte Konstruktion der Mundstücke nicht mehr aufrecht erhalten werden.

Das Handformen oder Streichen der Ziegel findet unter Verwendung hölzerner oder eiserner, mit seitlichen Handgriffen versehener Formrahmen ohne Boden statt, deren Abmessungen auf das spätere Schwinden des Steines Rücksicht zu nehmen haben. Die Größe des Schwindens ist durch Probetrocknen und Brennen im einzelnen Fall zu bestimmen. Im allgemeinen kann man rechnen, daß ein gewöhnlicher, normaler Ziegelton um etwa  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{7}$  linear schwindet. Damit der Ton leicht aus dem Rahmen herausgeht, werden Holzrahmen mit feinem Sande bestreut, während bei Eisenrahmen ein Nässen dem gleichen Zwecke dient.

Das Streichen der Steine findet auf einem glatten, hölzernen Streichtisch von etwa 3,0 m Länge und 1,8—2,0 m Breite statt, indem der Ton unter festem Anpressen der Ecken und Seiten in den auf dem Tisch liegenden Rahmen gedrückt und nur oberflächlich mit dem linealartigen Streichbrette „abgezogen“ wird<sup>1)</sup>. Hierbei ist sowohl auf eine genau gerade Form des letzteren, wie auf eine ebene Oberfläche des Rahmens zu achten; zur Erhaltung der letzteren dient bei Holzrahmen ein Eisenbeschlag. Schließlich wird der Stein aus der Form auf ein Brettchen gestülpt und mit ihm nach dem Trockenschuppen geführt, oder unmittelbar auf dem mit Sand bestreuten Erdboden so lange gelagert, bis er so weit gefestigt ist, um einen Transport nach den Trockenräumen und eine Aufstapelung dort zu vertragen. Bei Profilformsteinen finden vielfach eiserne

1) Der abgestrichene Ton darf, wenn das Anhaften an der Form durch Sand verhindert wird, nicht unmittelbar weiter zur Formung verwendet werden, weil sonst das Rohmaterial allmählig zu sandig werden würde. Es ist notwendig diesen Ton nochmals zu sumpfen.

an ihrer Innenfläche leicht geölte Rahmen zum Streichen der Steine Anwendung und zwar in Form mehrteiliger, auseinandernehmbarer Kästen.

Auch finden, z. B. bei Herstellung feuerfester Steine, eiserne, durch eine mittlere Blechwand getrennte Doppelformen zur Beschleunigung der Streicharbeit Anwendung.

Von Dachziegeln werden heut fast nur noch die einfacheren Formen, wie Bieber-schwänze, Hohlziegel, Pfannen usw., und zwar aus ziemlich steifer Tonmasse gestrichen. Während bei den Flachziegeln (Bieberschwänzen) ein flaches, einseitig zur Ausbildung der „Nase“ ausgeschnittenes Brett und ein der Ziegelform entsprechender, aufgesetzter (auch scharnierartig angeschlossener) Formrahmen Verwendung finden, werden bei den Falzziegeln, Pfannen usf. zunächst ebene Platten in den betreffenden Formgrößen und Stärken geschnitten und diese alsdann auf einer Formbank unter Benutzung hölzerner Profile in die richtige Form gebracht. Ein guter Ziegelstreicher kann in zehnstündiger Arbeit unter günstigen Verhältnissen bis zu etwa 3000 Normalsteine streichen.

Um handgestrichenen Steinen eine vollkommen genaue Form zu geben, können sie „nachgeschnitten“ oder „nachgepreßt“ werden. Das Beschneiden der Steine findet erst statt, nachdem sie bis zur „Lederhärte“ getrocknet sind; hierbei werden die Steine in besondere Formrahmen gebracht, in ihnen vermittelt Keilen oder dergl. festgelegt und nach Schablonen mit scharfem Messer beschnitten und schließlich an der Schnittfläche, wenn notwendig, noch besonders geglättet. Namentlich werden auf diese Weise nachgearbeitet die Steine für Gewölbe, Brunnen, Gesimse usw.; es liegt auf der Hand, daß beim ersten Streichen der Steine durch Vergrößerung ihrer Abmessungen von vornherein auf das spätere Beschneiden Rücksicht genommen werden muß.

Für das Nachpressen kommen vorwiegend bessere Steine (Verblender), Fußplatten, Chamotte-, Pflaster-, Dachsteine, Wandverkleidungen usf. in Frage, d. h. solche Erzeugnisse, bei denen ein besonderer Wert auf gleichartige Form, scharfe Kanten, gute Eckausbildung gelegt wird; auch hier ist ein dem Pressen vorangehendes Trocknen bis zur Lederhärte erforderlich.

Durch die sowohl von Hand- als auch durch Maschinenkraft betriebenen Pressen erhält der gestrichene Stein ein mehr faseriges Gefüge, wird dichter, schwerer und haltbarer.

Der Antrieb der Handpresse kann erfolgen mit Exzentern, langen Hebeln, Kniehebeln, Schrauben oder durch Wasserdruck. Die beim Pressen verwendeten Einlageplatten sind in der Regel glatt, können aber auch unten oder unten und oben unter Umständen mit Mustern, Profilen, Vertiefungen (Firmenbezeichnungen usw.) versehen sein; um ein Anhaften der Steine zu verhindern, werden diese Platten mit Fuselöl, oder einer Mischung von Stein- und Rüböl bestrichen.

Neben von Hand geformten Steinen werden auch solche aus Strangpressen nachgepreßt; hierbei ist dem Mundstück naturgemäß diejenige Form und Größe zu geben, welche die ersten Formen (unter Umständen einfache Kuchen und Blätter) haben müssen, um später auf der Nachpresse Formsteine, Falzziegel, feuerfeste Steine, Pflastermaterialien usw. zu erzielen.

Gepresste Gegenstände müssen bereits in ungebranntem Zustande eine derartige Güte und Geschlossenheit der Oberfläche, daneben im Bruche eine derartige Struktur aufweisen, daß nur noch das Brennen notwendig ist, um die Umwandlung der dichten Masse in ein gleichmäßig gesintertes Produkt zu vollziehen. Über die konstruktive Anordnung der Nachpressen geben die nachfolgenden Mitteilungen und Abbildungen Auskunft<sup>1)</sup>.

1) Entnommen dem Sonderkatlog „200“ der Zeitzer Eisengießerei- und Maschinenbau-A.-G., Abt. Köln-Ehrenfeld (vorm. Louis Jäger).



-bronze bewegt. Ein Herausheben der fertigen Steine usw. wird durch die Aufwärtsbewegung der Preßspindel selbsttätig bewirkt. Leistung je nach der Übung des Arbeiters 4000—6000 Stück täglich.

Die Maschine kann auch zur Herstellung der verschiedensten Dachziegelarten, namentlich von Falzziegeln benutzt werden, naturgemäß unter Einschaltung entsprechender Formteile.

In Abb. 68 findet die Erzeugung des sehr hohen Druckes, durch einen Exzenter statt, der von einem Riementrieb aus durch Zahnradübersetzung bewegt wird. Auch hier wird die fertige Ware selbsttätig herausgehoben, und zwar unter gleichzeitigem, automatischem Aussetzen der Maschine, sodaß jede Gefahr für die Arbeiter vermieden wird.

Zum Betriebe reicht 1 HP aus; die Leistung beträgt bei 2 Arbeitern, von denen der eine die rohen Platten auflegt, der andere die gepreßten fortnimmt, 4000—5000 Platten oder Steine täglich.

Bei dem Formen der Steine mit Hilfe von **Maschinen** finden je nach der größeren oder geringeren Weichheit und Plastizität, d. h. bei einem höheren Gehalt an Wasser bzw. bei nur wenig feuchtem oder lufttrockenem Ton Verwendung:

a) Strang- (oder Naß)-Pressen, schlechtweg auch einfach Ziegelmaschinen genannt und

b) Stempelpressen, auch als Halbtrocken- oder Trockenpressen bezeichnet.

a) Die Strangpressen zeigen in der Regel einen liegenden in seinem vorderen Teile oft in einen Konus übergehenden Zylinder, den „Rumpf“, zwei Speisewalzen, die Preßschnecke oder eine ähnliche, zur Tonknetung und Fortschiebung im Rumpfe dienende Einrichtung und das Mundstück; letzteres verläßt der Ton als durchlaufender „Strang“, daher der Name der Maschinen, um durch besondere, sich mit der Geschwindigkeit des Stranges bewegende Schneideapparate in einzelne Steine zerschnitten zu werden.

Die Abb. 69—73 veranschaulicht eine Anzahl, in ihren Einzelheiten und namentlich in der Zuführung und letzten Vorbereitung des Tons voneinander abweichende Maschinen.

Abb. 69 zeigt eine Ziegelmaschine<sup>1)</sup> einfachster Bauart mit Riemenantrieb. Der wichtigste Teil ist die Preßschnecke, da von ihrem mehr oder weniger guten Arbeiten

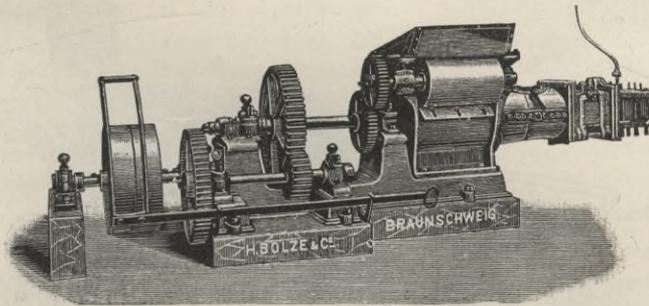


Abb. 69.

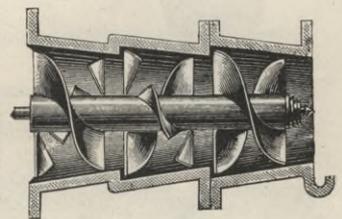


Abb. 70.

die Qualität des Fabrikates erheblich abhängt und zudem auch nach ihrer Form sich der Kraftbedarf der Maschine richtet.

Als in dieser Beziehung besonders günstig wirkend wird die Griesemannsche Stufenpresse<sup>2)</sup>, Abb. 70, bezeichnet, die eine Mehrleistung von 40% bei gleichem Kraftverbrauche gegenüber glattwandigen Pressen zusichert.

Bei der in Abb. 69 dargestellten Maschine ist die Schnecke überall zugänglich. Die ganze Maschine ruht hier auf einer durchgehenden, eisernen Sohlenplatte, wodurch die Aufstellung erleichtert und eine gleichmäßigere Beanspruchung des Fundamentes gegeben erscheint. Die Maschine wird in

1) Hergestellt von H. Bolze u. Co., Braunschweig.

2) Griesemann u. Co., Maschinenfabrik und Dampfziegelei Magdeburg-Neustadt.

11 Ausführungen geliefert mit Zylinderdurchmessern von 200—800 mm, stündlicher Leistung von 350 bis 4000 Steinen und 1 bis 20 HP Antriebskraft. Eine Abart zeigt Abb. 71 (ebenfalls von Bolze-Braunschweig) mit 2, ein Walzwerk bildenden Speisewalzen und einheitlichem Antriebe durch eine Riemenscheibe. Die Walzen werden hierbei nicht von der langsam gehenden Schneckenwelle, sondern von der Riemenscheibenwelle angetrieben; den „zylindrischen“ Walzen fällt hier nicht die Aufgabe zu, schwere bzw. unreine Erde zu zerkleinern, sondern sie dienen nur als dauernde Nachhilfe beim Einführen und Weiterleiten des zu verarbeitenden Materials in die darunter liegende Schnecke. Die Form in Abb. 71 ist namentlich für bessere Fabrikate: Falzziegel, Drainrohre, Verblendsteine usw. geeignet.

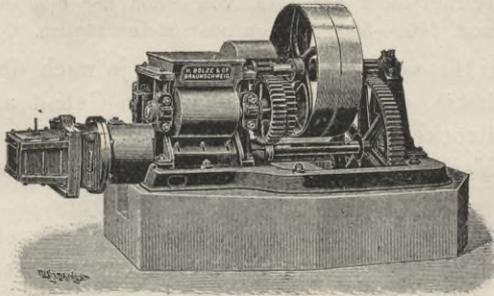


Abb. 71.

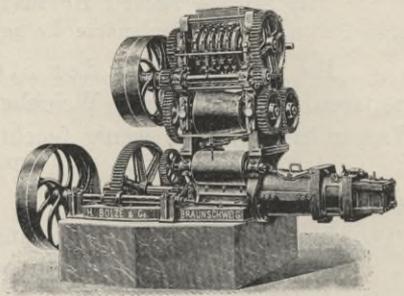


Abb. 72.

Naturgemäß können auch die Ziegelmaschinen mit den verschiedensten, früher erwähnten Vorbrechwerken ausgestattet werden, was sich namentlich alsdann empfiehlt, wenn wegen vorhandener Mergel- und Kalkstückchen das Material besonders fein gewalzt werden muß.

Bei der Ziegelmaschine, in Abb. 72 durch 2 Riemenscheiben angetrieben, ist z. B. oberhalb der sonst normalen Maschine mit einfachem Vorgelege ein Vorbrechwerk und ein Feinswalzwerk aufmontiert. (Bauart Bolze-Braunschweig.)

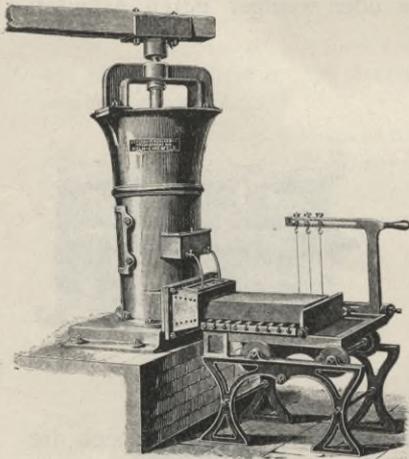


Abb. 73.

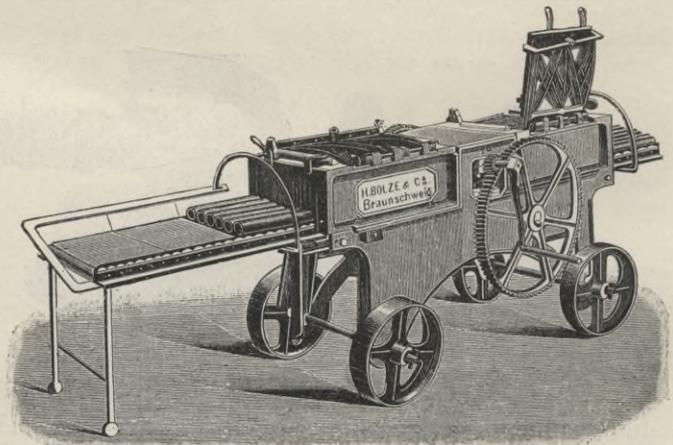


Abb. 74.

Seltener finden sich Ziegelmaschinen mit stehendem Rumpfe (Tonschneider). — Abb. 73 (Bauart Zeitzer Maschinenbau A.G. Köln-Ehrenfeld).

Die hier dargestellte Anordnung, für Tierbetrieb eingerichtet, ist für leichtes, reines und mildes Material geeignet; sie mischt den gut gesumpften und gleichmäßig feuchten Ton und führt ihn dem Mundstück zu. Leistung bei Antrieb durch 1 Pferd täglich 3500—4500 Steine.

Eine z. Zt. von den liegenden Schneckenpressen verdrängte Art von Strangmaschinen stellen, abgesehen von den nachstehend ausführlich behandelten Muffenrohrpressen, die Walzenpressen dar, bei denen der Ton durch ein Walzenpaar dem Mundstück zugeführt wird.

Sie eignen sich für manchen mageren Ton, der trocken verarbeitet werden kann, ganz gut, um so mehr als die Betriebskraft eine sehr geringe ist; derartige Maschinen können auch mit stehenden, vor den Walzen eingeschalteten Tonscheidern vereinigt werden.

Zu den Strangpressen gehören auch in gewissem Sinne die „Kasten-“ und Muffenrohrpressen.

Eine Kastenpresse und zwar für Handbetrieb und mit doppelter Wirkung (2 Kasten — Bauart Bolze-Braunschweig) zeigt Abb. 74. Des leichteren Transportes halber ist die Maschine auf einem Wagenunterbau montiert. In dem Kasten befinden sich 2, durch eine Doppelzahnstange verbundene, gut schließende Kolben, von denen der eine beim Drehen der Handkurbel den im Kasten befindlichen Ton herauspreßt, während der zweite Kolben gleichzeitig zurückgeht und die Füllung des hierdurch freier werdenden Raumes mit Ton gestattet, der dann nach Rückwärtsbewegung des ersten Kolbens aus dem zweiten Mundstücke entweicht. Hierdurch wird die Leistung der Presse eine ziemlich große, sie liefert täglich 1800—2400 Voll- und Hohlsteine und bis zu 4500 Drainrohre von 40 mm Lichtweite.

In Abb. 75 ist (Bauart Zeitzer Maschinenfabrik zu Köln-Ehrenfeld), eine Walzenpresse für Muffenrohre dargestellt, und zwar für solche bis zu 800 mm Lichtweite.

Das Rohr tritt hier in senkrechter Stellung aus dem Mundstücke aus; es wird durch einen äußerst kräftigen Druck herausgepreßt, welchen ein durch Vorgelege angetriebenes Walzenpaar über einem geschlossenen Kasten ausübt. Unter dem Mundstück gleitet der Tisch, auf welchen das Rohr zum Aufsitzen gelangt, auf und nieder und zwar in genauen Führungen und durch Gegengewichte ausgeglichen. Soll das Pressen beginnen, so wird der Tisch unter die Form gerückt und in dieser Stellung durch einen Hebel festgehalten, der nach Auspressung der Muffe gelöst wird. Nunmehr kann das Rohr mit der Muffe austreten, während der Tisch mit dem Rohr nach unten gleitet, bis letzteres die geforderte Länge erhalten hat; alsdann wird der Tisch wieder festgestellt und das Rohr abgeschnitten.

Es ist darauf zu achten, daß bei der Bewegung des Tisches stets vollkommenes Gleichgewicht herrscht, damit nicht durch Vergrößerung der Geschwindigkeit des abwärts gehenden Tisches infolge des nicht unerheblichen Rohrgewichtes dessen Wandungen im Verlaufe der Pressung immer weniger dicht werden.

Die hier verwendeten Mundstücke haben besondere Vorrichtungen zum Anpressen der Muffe.

Als weniger gut — gegenüber den Walzenpressen — für den vorliegenden Zweck (Muffenrohre) werden die Kolbenpressen bezeichnet, da sich bei ihnen kaum das Eindringen von Luft in den Ton verhindern läßt und somit die Qualität der Rohre ungünstig beeinflußt wird.

An die Erzeugung der Muffenrohre schließt sich auch ein Verfahren zur Herstellung aller Arten von Strangdachziegeln an<sup>1)</sup>, darauf beruhend, daß die aus dem Mundstück austretenden Dachziegel mittelst der stehenden Röhrenpresse zu vier Stück auf einmal in Gestalt eines viereckigen Rohres hergestellt werden, dessen Seiten also aus je einem Dachziegel bestehen. Durch eine besondere Einrichtung am Mundstücke werden die Dachziegel an den Verbindungsstellen so tief eingeritzt, daß sie sich nach erfolgtem, hier wegen der günstigen Stellung der Steine rasch verlaufendem Trocknen, leicht und sauber voneinander trennen lassen.

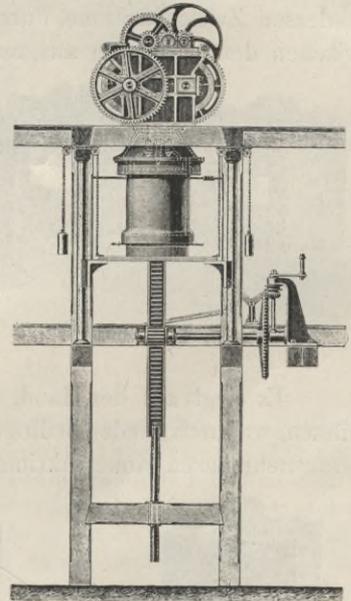


Abb. 75.

<sup>1)</sup> Ausgearbeitet von W. Wicherski und M. Robinski in Krotoschin. Bei dem Verfahren ist auch wegen gegenseitigen Festhaltens ein Krummwerden der Ziegel ausgeschlossen.

Schließlich verdient auch das Patent Diesner Erwähnung, bei dem auf der Muffenrohrpresse Biberschwänze und ähnliche Steine paketartig erzeugt werden.

Die Mundstücke der Strangpressen und der ihnen verwandten Maschinen bewirken die Formung des Stranges, d. h. dessen Querschnitt. Je nach der Beschaffenheit des Mundstückes können Voll- und Hohlsteine, Formsteine jeder Art, Strangfalzziegel, Rohre (ohne Muffen, Drainrohre), Fußbodenplatten, Platten für Falzziegelpressen usf. erzeugt werden.

Sowohl um dem Tonstrang den Durchgang durch das Mundstück zu erleichtern, und dadurch an Betriebskraft zu sparen, als auch um tadellose saubere Flächen und Kanten, sowie gleichmäßig dichte Körper zu erzielen, ist es erforderlich, daß zur Verminderung der Reibung der Strang im Mundstück mit Wasser benetzt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß man das Mundstück schuppenartig im Innern mit Blech ausschlägt, in dessen Zwischenräume durch kleine Kanäle stets Wasser geleitet wird, dieses tritt zwischen den Schuppen aus und befeuchtet somit den Strang allseitig und gleich stark.

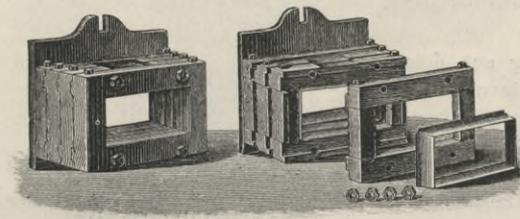


Abb. 76.

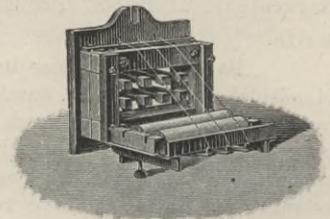


Abb. 77.

Es liegt auf der Hand, daß die Schuppen sich bald abnutzen und erneuert werden müssen, wodurch wieder bedingt ist, daß sie zweckmäßig einen zusammenhängenden, leicht herausnehmbaren Konstruktionsteil bilden. In den Abb. 76—79 sind dargestellt:



Abb. 78.

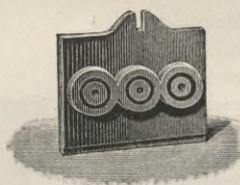


Abb. 79.

ein zerlegbares Mundstück für Vollsteine — Abb. 76,

ein Mundstück für Hohlsteine (Läufer) Abb. 77; hier werden, wie auch bei den folgenden Abbildungen, die Hohlräume im Querschnitte des Tonstranges durch in das Mundstück eingefügte „Dornen“ erzielt.

ein Mundstück für 2 Halb-Steine — Abb. 78,

ein Mundstück für Drainrohre — Abb. 79.

Einen weiteren integrierenden Bestandteil der Strangpressen bilden die Abschnideapparate, welche den durchgehenden Tonstrang in einzelne Steine zerteilen. — Diese Apparate werden entweder für ganz bestimmte Fabrikate gebaut, wie z. B. für Drainrohre, Biberschwänze usw., als auch für alle möglichen Vorrichtungen und Erzeugnisse hergestellt. Der Apparat besteht im allgemeinen — vgl. die Abb. 80a, b, 81 und 82, — aus einem festen Untergestelle und einem auf ihm laufenden Wagen; dieser wird selbsttätig durch den Tonstrang vorwärts geschoben und erlangt somit die gleiche Geschwindigkeit wie letzterer, so daß die an dem Wagen angebrachten Schneiddrähte — bei Umlegung eines, ihrem Anschlusse dienenden Hebels, in genau ebenen Flächen schneiden.

Der aus dem Mundstücke der Ziegelmaschine austretende Ton läuft zunächst auf die Rolle des Abschnideapparates, drückt gegen die am Ende des Wagens angebrachte

Klappe (oder dergl.) und treibt hierdurch den Wagen, Abb. 80 a<sup>1)</sup>. Sobald die Drähte den Strang durchschnitten haben, fällt die Klappe selbsttätig um, um ein Abnehmen der abgeschnittenen Steine bequem zu ermöglichen<sup>2)</sup>.

Bei stark klebendem Tone empfiehlt es sich, den sonst mit Filzrollen ausgestatteten Apparat mit Gipsrollen, besonders imprägniertem Filz, oder mit bewässerten Blechen auszustatten.

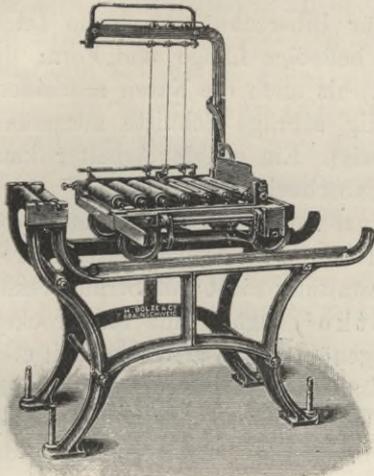


Abb. 80 a.

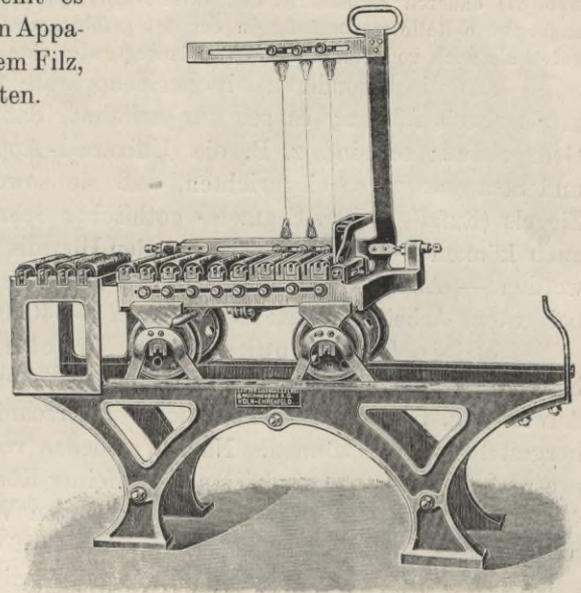


Abb. 80 b.

Eine sehr gleichmäßige Ausbildung der Schnittflächen, wie sie namentlich bei Verblendsteinen zu finden ist, erreicht der Schneideapparat mit „Gegendruckschienen“ (Abb. 80 b Bauart der Zeitzer Maschinenbau-A.-G. Köln-Ehrenfeld<sup>3)</sup>). Hier befinden sich zwischen den Rollen kleine, saubere Schienen, zwischen denen ein nur so schmaler Zwischenraum verbleibt, daß gerade der Abschneidedraht hindurch kann. Damit diese Schienen das Gleiten des Tonstranges über die Rollen des Abschneidewagens nicht verhindern, sind dieselben mit dem Abschneidebügel derart verbunden, daß sie sich erst beim Durchschneiden

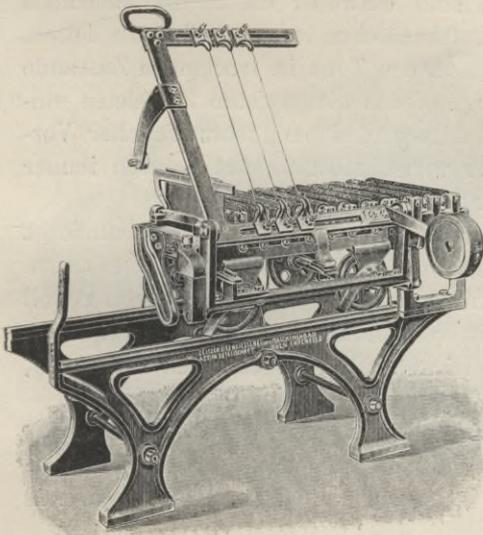


Abb. 81.

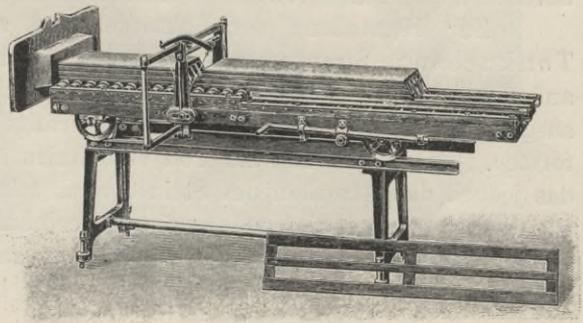


Abb. 82.

1) Ausführung von H. Bolze u. Co., Braunschweig.

2) Manchmal ist auch der vordere Teil des Wagens als Kipptisch ausgebildet, um ein Abgleiten der geschnittenen Steine nach den Transportvorrichtungen zu ermöglichen.

3) Vergl. die in der Nähe der Schneiddrähte deutlich in die Erscheinung tretenden Gegendruckschienen; der dargestellte Apparat schneidet zu gleicher Zeit 3 Steine ab.

des Tonstranges heben, hierbei von unten gegen den Tonstrang drücken und somit ein infolge mangelnden Gegendruckes namentlich bei wenig plastischem Material nur zu oft eintretendes Ausbrechen von Kanten verhindern.

Auch läßt sich die Schnittbewegung (Bauart Zeitzer Maschinenbau-A.-G. zu Köln-Ehrenfeld, Abb. 81) dadurch verbessern, daß beim Niedersenken des Schneidbügels dieser durch eine seitlich angebrachte Rolle zwangsläufig in der Art geführt wird, daß der Bügel sich sowohl von oben nach unten als auch von vorn nach hinten bewegt, also eine richtig durchschneidende Wirkung ausübt.

Auf die besonderen Abschneideapparate für bestimmte Zwecke einzugehen, würde hier zu weit führen; es sei nur erwähnt, daß sie den verschiedensten Anforderungen Genüge tun; so sind z. B. die Universal-Apparate für Biberschwänze, flache Dach- und Strangziegel so einzurichten, daß sie sowohl jede beliebige Länge und Form des Ziegels (Rund-, Spitz-, Segment- gothischer Schnitt usw.) als auch die Nasen schneiden; auch können — wie dies z. B. bei den Hourdis notwendig, schräge Schnitte ausgeführt werden — Abb. 82, (Bauart H. Bolze u. Co. Braunschweig). Ein geübter Arbeiter kann bei gutem Arbeitsmaterial täglich etwa 3—4000 Steine abschneiden.

b) Die Halbtrocken- und Trockenpressen finden zur Steinformung bei besonderen Tonen<sup>1)</sup> vorwiegend aber bei besonderen Steinen — namentlich Falzziegeln — Anwendung, die wegen veränderlicher Querschnittsausgestaltung nicht auf Strangpressen hergestellt werden können. Nach Versuchen von Liedtke<sup>2)</sup> eignet sich für Trockenpressen ein Ton, der bei gleichmäßiger feiner Körnung gegenüber der Lufttrockenheit etwa 4—6 v. H. Wasser besitzt. Diesem geringen Wassergehalte entsprechend ist auch das Schwindmaß sehr gering, desgleichen die Zeit des Austrocknens, so daß hier Trockenanlagen in weit beschränkterem Maße notwendig werden, als bei nasser Formung der Steine; auch ist wegen der Dichte ( $\gamma = 2,3$  gegen 1,87—2,0 bei Strangpresse-Steinen) und der größeren Festigkeit der frisch gepreßten Steine die Gefahr des Zerbrechens oder erheblicher Formänderung eine sehr geringe.

Damit die im Ton enthaltene Luft zu entweichen vermag und nicht in Form kleiner, feinsten Rißbildung im Stein sich äußert, sind entweder die Steine mehrmals zu pressen oder von der Preßform aus feine Luftkanälchen nach außen zu leiten.

Während in Amerika und England das Pressen des Tons in trockenem Zustande weit verbreitet ist, wird bei uns das Naßverfahren, auf das die meisten Ziegeleien eingerichtet sind und für das sich auch unsere Tone durchaus eignen, trotz mancher Vorzüge der Trockenverarbeitung — namentlich solcher wirtschaftlicher Art — noch immer bevorzugt, abgesehen von der Dachziegelfabrikation.

Zur Herstellung der Falzziegel und verwandter Erzeugnisse werden zunächst Tonkuchen in Strangpressen — seltener durch Handstreicherei — hergestellt, bei denen auf ausreichende Abmessungen zu achten ist, damit der Stein in einer Pressung voll ausgeformt werde. Das Pressen selbst erfolgt mit Verwendung von Eisen- bzw. Gipsformen. Da in ersteren der Ton verhältnismäßig leicht haftet, ist ein Ölen notwendig, das jedoch das Aussehen des Steins, auch seine Festigkeit und Wetterbeständigkeit — wie die Erfahrung erwiesen — ungünstig beeinflusst und nur bei sehr fetten und besonders steifen Tonkuchen mit ganz glatten Flächen angewendet werden sollte. Die Gipsformen werden besser gegossen als gepreßt<sup>3)</sup>, da bei letzterem Verfahren leicht Luftblasen ins Innere der Form gelangen.

<sup>1)</sup> Hier kommen in Frage Tone, die entweder sehr großer Vorbereitung bedürfen, sich schlecht wässern oder nicht mit Draht schneiden lassen.

<sup>2)</sup> Vergl. u. a. Notizblatt der Ziegler- und Kalkbrenner-Vereine 1901.

<sup>3)</sup> Das Gießen findet entweder über eine sogen. Matrize, genau der Ziegelform entsprechend, statt oder über Mutterformen; letzteres ist bei größerer Fabrikation vorzuziehen, da gleichzeitig Ober- und Unterform hergestellt werden können.

Zu achten ist auf die Ausübung eines ruhigen, sich allmählich verstärkenden Druckes der Maschine, wie ihn Exzenter, Kurbelwelle usw. bewirken. Bei einem schlagartigen Pressen leiden einerseits die Gipsformen, andererseits lassen sich viele Tone hierbei gar nicht zu einem Falzziegel auspressen. Gut ist es, wenn die Maschine nach vollendeter Pressung eine ganz kurze Zeit zum Stillstand kommt, damit die letzte Spur überflüssigen Tons langsam entweichen kann. In der Regel liegt die Unterform fest, während die Oberform auf und ab geht.

Als Maschinen für die Preßarbeit kommen in Frage:

α) Revolver-Falzziegelpressen — Abb. 83<sup>1)</sup> — für größere Arbeitsleistung. Die Presse besitzt 5 sich drehende, an einer gemeinsamen Achse angeschlossene Formen und liefert täglich bei Bedienung nur durch 2 Arbeiter bis zu 5000 Ziegel.

Während ein Mann immer ein Tonblatt auf die freierwende Form des fünfeckigen Prismas auflegt, nimmt der auf der andern Seite stehende zweite den inzwischen fertig gepreßten, von der Form abfallenden Ziegel, überdeckt ihn mit einem Trockenrähmchen und gibt ihn zum Nachputzen weiter. Die Maschine arbeitet vollkommen selbsttätig und führt in der Minute etwa 8 Pressungen aus.

Die Presse gestattet auch die Herstellung von Firstziegeln.

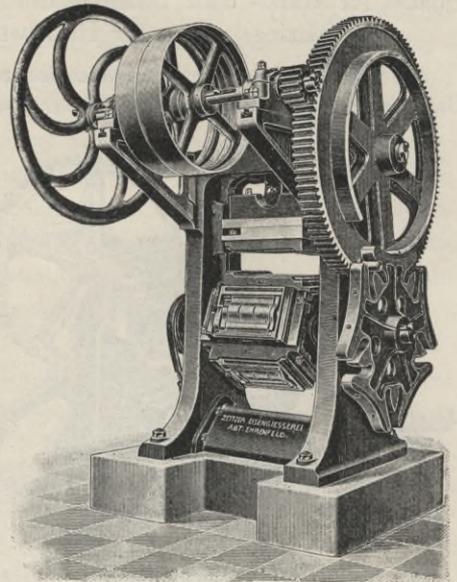


Abb. 83.

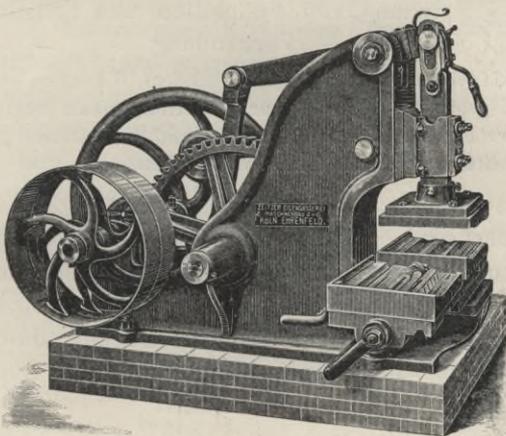


Abb. 84a.

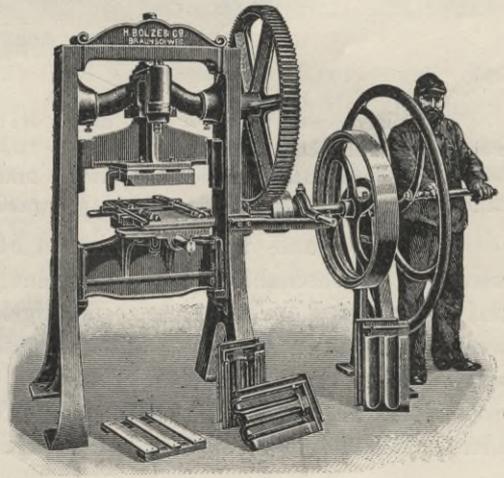


Abb. 84b.

β) Falzziegelpresse mit Riemen- (oder Hand-)Antrieb und einfacher Form — Abb. 84a<sup>1)</sup> oder Doppelschlitten zum dauernden Betrieb.

Die Presse übt einen langsam sich steigernden, zum Schlusse sehr kräftigen Druck aus, wie es für tadellose Falzziegel gleicher Dicke notwendig ist. Die Maschine arbeitet stets, infolge des exzen-

<sup>1)</sup> Bauart Zeitzer Maschinenbau-A.-G. in Köln-Ehrenfeld.

trischen Anschlusses des Prefkolbens in einer Richtung fort, so daß Arbeitspausen fortfallen. Die tägliche Leistung beträgt etwa 3500 Falzziegel.

Ähnlich wirkt die in Abb. 84b dargestellte Presse Bolzescher Bauart, eingerichtet für Hand- oder Dampftrieb.

γ) Falzziegelpresse für Handbetrieb — Abb. 85.

Hier wird der Druck mittelst Stirnradübersetzung und stählerner Kurbelwelle ausgeübt. Der Hub wird durch die auf der Kurbelführung angebrachte Stellschraube und durch Einlageplatten nach Bedarf reguliert. Der Prefkolben ist mit der unter ihm befindlichen Oberform zweiseitig geführt, so daß die Formplatte sich vollkommen gleichmäßig auf- und niederbewegt. Auch hier hat die Presse, wie in Abb. 84a, einen Doppelschlitten, auf dem die Unterform befestigt ist, so daß, während man einen Ziegel preßt, der vorher geformte abgenommen und durch ein neues Tonblatt ersetzt werden kann. Leistung etwa 100—120 Falzziegeln in einer Stunde.

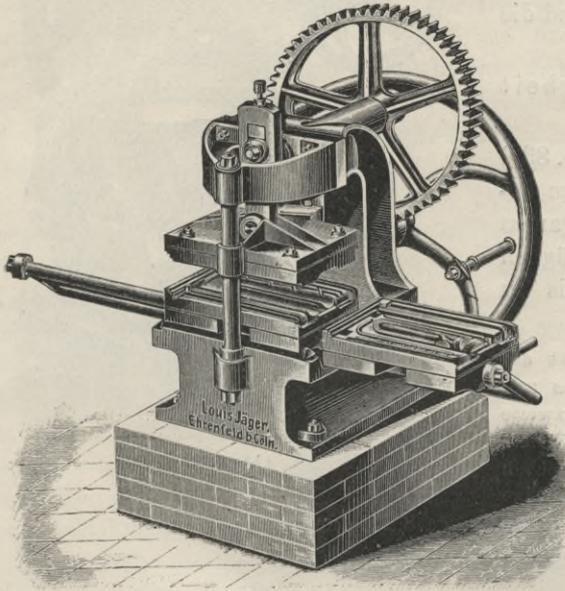


Abb. 85.

Auch können den in Abb. 65—68 dargestellten Nachpressen (namentlich Schrauben- und Hebelpressen) entsprechende Pressen hier Verwendung finden.

δ) Hydraulische Pressen — vgl. die Abb. 4 und 5 auf Seite 149 und 150 — bei Herstellung der Kalksandsteine. Ähnliche Pressen, namentlich solche mit rotierendem Tische finden auch bei der Ziegelerzeugung — vorwiegend zur Herstellung von Fußplatten und Pflasterklinkern — Verwendung.

Bemerkenswert ist hier u. a. die v. Mitzlaffsche Presse mit sich drehendem, 6 Formen aufweisendem Prefstische; hier wird jeder Stein zweimal gepreßt, erst leicht zur Entlüftung, dann kräftig. Von den 6 Formkästen befinden sich stets 2 unter der Presse, während 2 andere mit Rohmaterial gefüllt und aus den letzten beiden die fertig gepreßten Steine selbsttätig ausgestoßen werden.

Sollen Wand- und Fußplatten in Form von Mosaikplatten gepreßt werden, so wird eine Blechschablone, deren einzelne Fächer dem gewünschten Muster entsprechen, auf den Schlitten bzw. die Unterform aufgelegt und in etwa 3 mm Höhe mit dem betreffenden bunten Tonpulver angefüllt, das namentlich fest gegen die Trennungswände gedrückt wird. Nach Fortnahme der Schablone wird einfarbiger Ton aufgebracht und durch eine allmählich an Druck zunehmende Pressung mit dem bunten Tone vereinigt. Auch hier ist wegen guter Entlüftung ein mehrmaliges Pressen empfehlenswert.

## § 52. Transportgeräte und Vorrichtungen bei der Ziegelherstellung.

Zur Herabminderung der Transportkosten finden auf Ziegeleien vielfach schmal-spurige Bahnen (von 50 cm Spurweite) Anwendung, deren Schienen fest — in der Regel auf Holzschwellen — verlegt werden, oder sich als transportable Gleise zeigen, bestehend aus zwei Schienen von meist 5,0 m Länge, durch eiserne Querverbindungen in der normalen Entfernung erhalten und an den Enden ineinander zu schieben; auf diesen Schienen bewegen sich sowohl die den Ton von den Gruben nach der Aufbereitungsstelle führenden Transportwagen (für Wippenentleerung, d. h. Kippen des ganzen Wagens, oder als Seitenkipper gebaut) als auch die verschiedensten Etagen-Wagen, welche die geformten Steine in die Trockenschuppen, und von hier die getrockneten Erzeugnisse nach den Brennöfen führen und meist mit herausnehmbaren Brettern zum Aufstapeln der Steine oder abnehmbaren, tragbaren Kästen ausgestattet sind.

In Verbindung mit der Gleisförderung der Rohmaterialien kommen vielfach auch Kettenförderung und Drahtseil-Aufzüge in Anwendung; hier werden auf wagerechter oder schiefer Ebene die Wagen mit Seil oder Kette ohne Ende vorwärts und hoch gezogen. Der Kettenbetrieb besteht aus der endlosen Kette, welche sich um zwei wagerechte oder geneigte Scheiben bewegt, die so hoch anzubringen sind, daß ein Mann bequem darunter hinweggehen kann. Der fortzubewegende Wagen wird unter die Kette geschoben, die in eine besondere Klemmvorrichtung des Wagens hineinfällt, hier festgehalten wird und somit den Wagen fortführt. Die Antriebskraft der Kettenscheiben braucht bei schiefer Ebene keine große zu sein, da naturgemäß die lebendige Kraft der herabrollenden leeren Wagen für das Heraufziehen der vollen benutzt wird. In gleicher Weise ist auch die Seilförderung einzurichten, wenn man hier eine zweigleisige Anlage ausführt<sup>1)</sup>. Im allgemeinen ist die Kettenförderung bei geringer Steigung, die Drahtseilanlage bei großer Hebung und schweren Wagen am Platze.

Ferner werden für den Tontransport Gurt- und Kettenelevatoren verwendet. Bei nicht allzu großen Hubhöhen und für nicht zu fette Tone eignet sich der mit einem endlosen, imprägnierten, Mitnehmerklötze zeigenden Hanfgurt ausgerüstete Gurtelevator besonders, da er ein sehr bequemes und billiges Beförderungsmittel darstellt, allerdings an dem Nachteil leidet, daß der Ton seitlich zum Abrollen gelangen kann. Dies kann durch Kettenelevatoren vermieden werden, deren einzelne Glieder z. B. derart mit Tuch bespannt sind, daß dieses Taschen bildet, welche den Ton festhalten.

In gewissen Abständen erhalten die über je zwei Führungsrollen geleiteten Gurte oder Ketten Unterstüzungen durch leicht bewegliche Rollen. Die ebenen Kettenscheiben werden durch Vermittelung eines Vorgeleges in Antrieb versetzt.

Die Tonelevatoren finden vorwiegend Verwendung, um ein vorgearbeitetes Material auf kurze Strecken in schräger Richtung aufwärts nach stehenden Tonschneidern, oder zwischen die Walzen einer Ziegelmaschine zu fördern.

Steinelevatoren — Abb. 86 — dienen zur Beförderung der frisch geformten Steine und anderer Erzeugnisse von der Presse aus den unteren in obere Stockwerke zum Trocknen usw., wie umgekehrt auch zum Herablassen der getrockneten Fabrikate vom hochgelegenen Trockenraum auf die Sohlenhöhe des Brennofens.

<sup>1)</sup> Es kommen — namentlich bei kleinen Ziegeleien — auch eingleisige Anlagen vor, wenn nur wenige Wagen (1—2) im Betriebe sind. Hier gehen naturgemäß die gefüllten Wagen langsam nach oben, während die leeren schnell zurücklaufen.

Der Elevator<sup>1)</sup> besteht aus zwei senkrecht übereinander liegenden Scheibenpaaren, um welche sich 2 endlose Ketten bewegen, die in bestimmter Entfernung (385 mm) durch Querbolzen leiterartig miteinander verbunden sind. An jedem zweiten dieser Bolzen hängen Förderschalen, welche so angeschlossen sind, daß sie stets in senkrechter Stellung verbleiben.

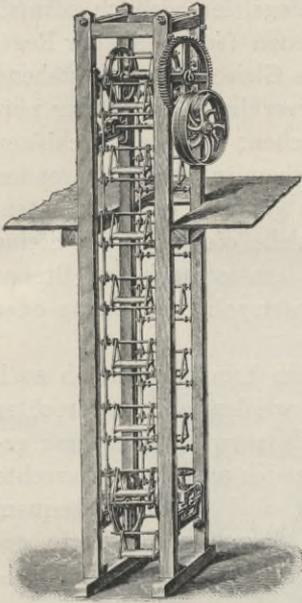


Abb. 86.

Um die Kette dauernd straff zu erhalten, erhält das untere Scheibenpaar verstellbare Lager. Die Betriebskraft beträgt etwa  $\frac{1}{2}$  HP.

Vertikal-Aufzüge zum Heben und Senken beladener Ziegel- oder Tonwagen werden zweckmäßig doppelwirkend, d. h. für das gleichzeitige Hinauf- und Herabgehen von Lasten eingerichtet, haben also zwei Fahrstühle, in welche die Wagen hineingeschoben werden.

Zur Verbindung der beiden Fahrstühle dient ein Drahtseil oder eine Kette, die oben über eine Betriebsrolle geführt sind, die ihrerseits durch einen Schneckenantrieb oder dergl. in Bewegung gesetzt wird.

Naturgemäß ist für den Vorwärts- und Rückwärtsgang des Aufzuges ein abwechselnder Antrieb notwendig.

Bremsablässe oder Bremsfahrstühle — stets doppelwirkend gebaut — dienen zum Herunterlassen von Steinen aus höheren Stockwerken in niedere und arbeiten ohne eine besondere Maschinenkraft, indem die beladenen Wagen infolge ihrer Schwere in dem einen Schacht nach unten gehen und hierbei im andern die leeren Wagen hinaufziehen. Die Bremsablässe bestehen aus dem Fördergerüste, dem Räderwerk und den genau senkrecht geführten Fahrstühlen.

Zum Festhalten der Wagen an bestimmten Stockwerken, sowie zur Regulierung der Geschwindigkeit ist eine kräftige, leicht bewegliche Bremse oder ein Seil-Regulierapparat zu empfehlen.

Von einzelnen Transportgeräten kommen schließlich in Frage einfache einrädige, zweckmäßig mit federnder Tragplatte ausgestattete Steinkarren (für etwa 30 Steine) und schmale, dreirädige, mit einer vorderen Lenkrolle versehene, auf Bohlen laufende Etagenwagen.

### § 53. Das Trocknen der Ziegelwaren.

Das Trocknen der Ziegelwaren bezweckt, das in ihnen enthaltene Wasser soweit als erreichbar herauszutreiben, m. a. W. die Steine bis zur „Lufttrockne“ zu bringen. Naßgeformte Steine enthalten in Gewichtsteilen etwa 25 v. H. Wasser, von denen rd. 21 v. H. ausgeschieden werden können, während der Rest, 4 v. H., mechanisch und chemisch gebunden, erst durch größere Erhitzung sich beseitigen läßt.

Die Zeit, welche ein Stein bis zur Trocknung gebraucht, hängt ab von seinem Feuchtigkeitsgehalte, seinem Rohmaterial — namentlich dem Verhalten seiner Oberfläche, dem Verhältnisse von deren Größe zum Steininhalte, der zum Trocknen verwendeten Luftmenge und Temperatur und dem Wassergehalte. Der Trockenprozeß schreitet von

1) Bauart Zeitzer Maschinenbau-A.-G., Köln-Ehrenfeld.

außen nach innen vor, indem infolge der Kapillarkraft die Wasserteilchen aus dem Kerne des Steins allmählich nach dessen Oberfläche emporsteigen und hier zur Verdunstung gelangen. Äußerlich zeigt sich das Trocknen in einem Hellwerden der Steinfarbe; ist die Hellfärbung, wovon man sich durch Zerschlagen des einzelnen Steins überzeugt, auch vollkommen in das Innere gedrungen, so ist der Stein als lufttrocken anzusehen.

Das Trocknen der Steine muß durchaus allmählich und gleichmäßig vor sich gehen<sup>1)</sup>. Eine einseitige Sonnenbestrahlung, allzu starker Luftzug von einer Seite her, ungenügender Zutritt der Luft an dieser oder jener Stelle, bedingen bei dickem Steine Risse und ungleichmäßiges Schwinden, bei dünnen Erzeugnissen ein Verziehen der Formen; ähnliches kann auch bei guter Trocknung, aber nicht gleichmäßig struierten und gleichartig dichten Steinen eintreten.

Wird die atmosphärische Luft unmittelbar und ausschließlich zum Trocknen herangezogen, so ist für eine mäßige Bewegung unter Ausschluß der Sonnenbestrahlung zu sorgen; ein allzu langsames Streichen der Luft über die Steine ist deshalb nicht günstig, weil hierbei die Luft sich allzu schnell mit Wasser sättigt und alsdann die folgenden Steine keine Feuchtigkeit mehr abzugeben vermögen. — Wird künstliche Erwärmung angewendet, so sind die frischen Steine nur mit mäßig warmer und wasserhaltiger Luft in Verbindung zu bringen, die erst allmählich mit fortschreitendem Austrocknen der Steine wärmer und trockener wird.

Ein vollständiges Austreiben der letzten Spuren von Wasser erfolgt entweder in besonderen Trockenkanälen oder dadurch, daß die in den Brennofen eingesetzten Steine zunächst einer mäßigen Hitze — dem Schmauchprozesse — unterworfen werden; hierzu sind bei magerem Tone immer noch 2—3, bei fettem 4—5 Tage notwendig.

Das Trocknen der Steine kann erfolgen:

- a) unmittelbar auf der Erde,
- b) in Trockengerüsten unter freiem Himmel oder in besonderen Gebäuden, „Trockenscheunen“,
- c) in Verbindung mit dem Brennofen und unter Ausnutzung der von diesem ausgestrahlten Wärme,
- d) in besonderen Trockenkanälen.

Beim Trocknen auf der Erde, und zwar im unmittelbaren Anschlusse an das Streichen der Ziegel (vgl. S. 284) ist auf einen möglichst geschützten schattigen Ort Rücksicht zu nehmen, der einzuebnet und mit einer Lage feinen Sandes zu bedecken ist.

Die zuerst flach aufgelegten Steine werden unter günstigen Umständen nach 24 Stunden mit wenigen Zentimetern gegenseitigem Abstände gekantet; gegen Regen und leichten Frost, wie Sonnenbestrahlung werden sie durch Strohmatten geschützt. Bringt man die einzelnen Steine auf Trockenbrettchen, so sind auch diese, um ein Abziehen von Feuchtigkeit aus der Steinlagerfläche zu gestatten, vorher mit einer Sandschicht zu bestreuen. Nach weiteren 2—3 Tagen kann man in der Regel die Steine in 4—6 Schichten übereinander luftig aufstapeln. Von diesen Stapeln weg werden die Steine schließlich nach den Brennöfen gebracht. Werden, um während eines Teiles des Winters noch brennen zu können, trockene Steine auf Vorrat hergestellt, so werden sie in besonderen Vorratsschuppen aufbewahrt, um erst von hier aus — oft monatelang nach dem Trocknen, zum Brennen zu gelangen. Ein Trocknen unter freiem Himmel findet nur

1) Dies gilt für die Austreibung des Schwindwassers, um dessen Entfernung es sich bei der Lufttrocknung vorwiegend handelt. Hingegen kann die Beseitigung des letzten Wasserrestes ohne Nachteil mit größerer Geschwindigkeit bewirkt werden.

bei wenig kostbarer Ware, also vorwiegend bei gewöhnlichen Handstrichziegeln statt; es ist erklärlich, daß die Fabrikation hier ganz besonders von den Launen der Witterung abhängig ist und bei der ziemlich rohen Behandlung der Steine erhebliche Bruch- usw. Verluste eintreten.

Bei der Anlage des Platzes ist darauf zu achten, daß Regenwasser schnell abzufließen vermag, eine Überschwemmung des Platzes also vermieden wird.

Einen Übergang zu dem Trockengerüst bildet die Verwendung schrägstehender transportabler Böcke, auf welche Strohmatten oder Bretter gelegt werden, durch die ein Witterungsschutz der unter ihnen trocknenden Steine bewirkt wird; die so erzeugten kleinen Dächer bieten aber nur von einer Seite Schutz; und verlangen zudem viel Wartung, da sie der gerade herrschenden Windrichtung angepaßt werden müssen. Erheblich bequemer sind feste Trockengerüste, d. h. Gerüste von 3—9 m Länge und 0,7 bis 0,8 m Breite, aus einzelnen, senkrechten Stielen, wagerechten Querverbänden dieser, auf ihnen ruhenden, bezw. an die Stiele unmittelbar angeschlossenen Latten und einem kleinen vorstehenden Dache bestehend. Die Entfernung der Latten von Oberkante bis Oberkante richtet sich hierbei nach der Höhe der einzulegenden, feuchten Steine und beträgt z. B. beim Normalformat 24—22 cm, je nachdem unter die Steine Trockenbretter geschoben werden oder nicht. Bei 10 Latten übereinander kann man damit rechnen, daß 1 laufendes Meter Trockengerüst 200 Stück Ziegel des Normalformates aufnimmt.

Da in der Regel die Dächer gegen schief auffallenden Regen keinen sehr erheblichen Schutz gewähren, ist es günstiger, mehrere Trockengerüste durch ein weiter ausladendes Dach zu überspannen.

Stellt man eine größere Anzahl von Gerüsten unter ein gemeinsames Dach, d. h. in einen besonders errichteten Bau, so entstehen Trockenschuppen, Trockenscheunen und dergl. Die nicht über 70 m langen Schuppen (zur Verminderung allzu langer Transportwege) sind auf trockenem Gelände zu erbauen, mit einem allseitig weit überstehenden Dache abzudecken und mit einem Abflußgraben zu umgeben, der die atmosphärischen Niederschläge schnell weiterleitet. Die Längsseiten sind zweckmäßig von Ost nach West zu stellen, d. h. die Querseiten in der Richtung des häufigen Windes. Die Gerüste sind in ihrer Längsrichtung senkrecht zu den Längsseiten anzuordnen, damit die das Gebäude durchstreichende Luft die Gerüste in ihrer kürzesten Abmessung durchstreicht und somit möglichst alle in ihnen aufgestapelten Steine trifft. Die Wände der Schuppen, meist in Holzfachwerk errichtet, zeigen entweder eine größere Anzahl von fensterartigen Luken, durchbrochene Ausmauerung, größere Fenster oder bewegliche Holzjalousien, um — in dem ersteren Falle unter Verwendung von Strohmatten, Fensterläden usw. — die Stärke des Luftzuges regulieren bzw. bei stärkerem Winde den Schuppen an der Windseite schließen zu können. Hin und wieder finden sich auch Trockenscheunen mit zwei Stockwerken.

Zwischen den einzelnen Gerüsten sind Gänge von 80 cm bis 1,20 m zu lassen; überhaupt empfiehlt es sich, der bequemerer Zugänglichkeit und eines klaren Betriebes halber etwa  $\frac{2}{3}$  der gesamten Grundrißfläche für Gänge zu rechnen, also rund  $\frac{2}{3}$  mit Gerüsten zu besetzen. In der Nähe der Fenster, überhaupt dort wo stärkerer Luftzug vorherrscht, sind die schon ziemlich trockenen Steine aufzustapeln, schon damit die Luft beim Eintritt in den Schuppen nicht gleich von vornherein einen zu hohen Gehalt an Wasser aufnimmt; entsprechend sind die frischesten Steine so aufzustellen, daß sie nur mäßig bewegter, feuchter Luft ausgesetzt sind. Überhaupt ist ein öfters vorsichtiges Umstapeln der Steine zweckmäßig; notwendig ist dieses bei Dachsteinen, die des öfteren

auf ihren Trockenbrettern gelockert und gewendet werden müssen, damit sie sich nicht krummziehen können.

Wie lange das Trocknen in den Schuppen dauert, ist naturgemäß — wenn auch nicht in so hohem Maße wie beim Trocknen unter freiem Himmel — von den Witterungszuständen abhängig; bei günstigen Verhältnissen kann man mit einer Trockenzeit von etwa 14 Tagen rechnen. Es liegt auf der Hand, daß gleich den Trockengerüsten auch die Trockenscheunen für den Winterbetrieb nicht geeignet sind, da in ihnen die Steine durch Frost leiden.

Für einen durchgehenden Jahresbetrieb eignen sich nur geschlossene Trockenräume mit künstlicher Erwärmung. Hier kommen zunächst solche in Frage, die in Verbindung mit dem Brennofen stehen und die von dessen Ober- und Seitenflächen ausstrahlende Wärme unmittelbar benutzen; es sei jedoch hervorgehoben, daß im Winter auch diese Wärmequelle nicht immer ausreicht und durch Anbringung einer zeitweise in Betrieb zu setzenden künstlichen Zentralheizung des Trockenraumes unterstützt werden muß.

Entweder wird hier, etwa 3—4 m über der Plattform des Brennofens, eine durch schräg und senkrecht stehende Stiele abgestützte Balkenlage eingebaut — eine Anlage, die wegen der mäßig warmen, gleichmäßig nach oben strömenden Luft gut ist, oder es werden seitlich vom Brennofen Trockenkammern angeordnet, in die die warme Luft von oben nach unten zu eingesogen wird, oder es werden schließlich derartige, durch Türen verbundene, mit kleinen Zugschornsteinen ausgestattete Kammern unmittelbar über den Gewölben des Ringofens angeordnet und wie dieser in bestimmter Reihenfolge benutzt; dies geschieht derart, daß die Kammern vom Trockenbetriebe ausgeschaltet sind, in denen gerade neue Steine eingesetzt wurden, oder in denen sich das Feuer befindet.

Da die Wärme, vom Brennofen ausgestrahlt, auch durch die äußere Luft — schon wegen des den Ofen umgebenden Gebäudes — stark beeinflußt wird, so ist naturgemäß hier der Trockenbetrieb kein gleichmäßiger und regelmäßiger, wie schon durch die vorerwähnte, in vielen Fällen notwendige, künstliche Heizung bezeugt wird; auch ist zu beachten, daß alle hochgelegenen Trockenkammern meist einen senkrechten Transport der geformten Steine nach oben, der getrockneten zurück zur Sohle des Brennofens verlangen, eine Einrichtung, welche die Wirtschaftlichkeit des hier erörterten Trockenbetriebes einzuschränken geeignet ist. —

Für das Trocknen der Steine in eigenen, künstlich erwärmten Kammern gibt es eine größere Anzahl sehr verschieden gebauter und eingerichteter Anordnungen, auf die einzugehen bei dieser, für den Architekten und Bauingenieur verfaßten Abhandlung, allzuweit führen würde; es sei nur erwähnt, daß eine Gruppe der Anlagen auf dem Grundsatz des Gleichstroms beruht, eine andere auf dem des Gegenstromes aufgebaut ist, andere wieder — und zwar die neueren — eine Zirkulationsheizung aufweisen.

Im ersteren Falle ist die Einrichtung derart getroffen, daß in einem kanalartigen Trockenraume, dessen Luftbewegung durch einen Ventilator oder Schornstein bewirkt wird, auf Schienen laufende, mit zu trocknenden Steinen besetzte Wagen sich bewegen, und der Kanal durch Heizrohre erwärmt ist, deren Anzahl von dem Eintritt der frischen Steine an bis zum Austritt der getrockneten zunimmt; es werden mithin in den verschiedenen Abteilungen des Trockenraumes verschiedene Wärmegrade vorherrschen und es wird die sich allmählich mit Wasser mehr und mehr bereichernde Luft immer heißer werden und somit die Fähigkeit erlangen, noch mehr Feuchtigkeit aufzunehmen, also weiterhin trocknend zu wirken.

Bei dem Grundsatz des Gegenstromes wird der kanalförmige Trockenraum in seinem oberen Ende, woselbst die frischen, meist auf mehreren Gleisen den Raum durchlaufenden Steine eintreten, mit einem Exhaustor versehen, sonst aber geschlossen gehalten, während von unten aus die trockene, heiße, einer besonderen Heizung entnommene oder vom Brennofen abgesogene Luft eintritt, um unter Zuhilfenahme einer Anzahl von Ventilatoren, nach dem oberen Kanalende zu strömen. Hierdurch ist erreicht, daß die frisch eingeführten Steine zunächst mit mäßig warmer und wegen der Wasseraufnahme auf ihrem Wege auch feuchter Luft in Berührung kommen, wodurch ein Reißen verhindert wird, daß sie aber allmählich, bei langsamem (1—2 Tage) Durchgang durch den Trockenraum, von immer trockenerer und wärmerer Luft umspült werden und somit gleichmäßig und rissfrei austrocknen.

Als Beispiel einer neueren sehr leistungsfähigen Anlage, mit Zirkulationsheizung sei die Müller-Pfeifersche Kanal-Trocken-Anlage beschrieben<sup>1)</sup> — Abb. 87—89.

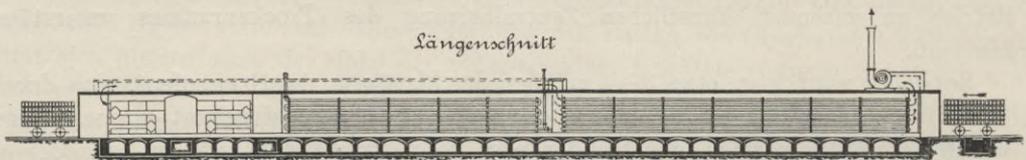


Abb. 87.



Abb. 88.

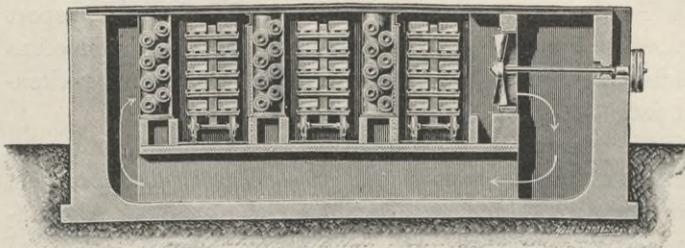


Abb. 89.

Auch hier bildet ein gemauerter Kanal die Kammer, durch die mit dem Trockengute beladene, eiserne Transportwagen hindurchgehen. Der Kanal selbst ist, gleich wie bei den vorherbeschriebenen Einrichtungen so zu legen, daß sein Eingang möglichst in der Nähe der Formmaschinen, sein Ausgang nahe dem Brennofen liegt. Der Kanal ist im Innern ständig mit Wagen besetzt, da

an seinem durch Holzklapptüren geschlossenen Außenende in bestimmten Zeitabschnitten aus jedem Gleise ein Wagen herausgezogen und unter Vorrückung des ganzen Zuges am Eingange durch einen frisch beladenen ersetzt wird.

Da der Ofen durchgehend (Tag und Nacht) betrieben wird, ist es notwendig, weil in der Regel nur am Tage geformt wird, eine größere Anzahl fertig beladener Reservewagen für die Nachtzeit anzusammeln, während die alsdann aus dem Kanal kommenden Wagen mit fertig getrockneten Steinen entweder auf ein Sammelgleis gefahren oder, besser, unmittelbar in den Brennofen überführt werden. Im allgemeinen reichen 24 Stunden zur vollkommenen Trocknung der Ziegelwaren aus<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Vergl. Tonindustrie-Zeitg. 1900, Nr. 24 vom 26. VI., sowie die Druckschriften der Firma Müller-Pfeifer-Berlin, denen die obigen Mitteilungen entnommen sind.

<sup>2)</sup> Diese Zeit geht sogar bei einer Ausführung auf 16 Stunden herunter.

Während die Tonwaren den Kanal passieren, befinden sie sich stets in bewegter Luft. In jedem Stadium der Trocknung kann die Geschwindigkeit den Anforderungen des in Frage stehenden Materials durch Ventilatoren angepaßt werden; gegen Ende der Trocknung, also nahe am Ausgang ist die Bewegung am stärksten. Die genau für ein gegebenes Material einzustellende Temperatur steigt von 20 bis 30° C am Anfange auf 120—140° C am Ende der Trocknung; also auch hier steigt die Wasseraufnahmefähigkeit der Luft von Beginne der Trocknung bis zum Abschlusse.

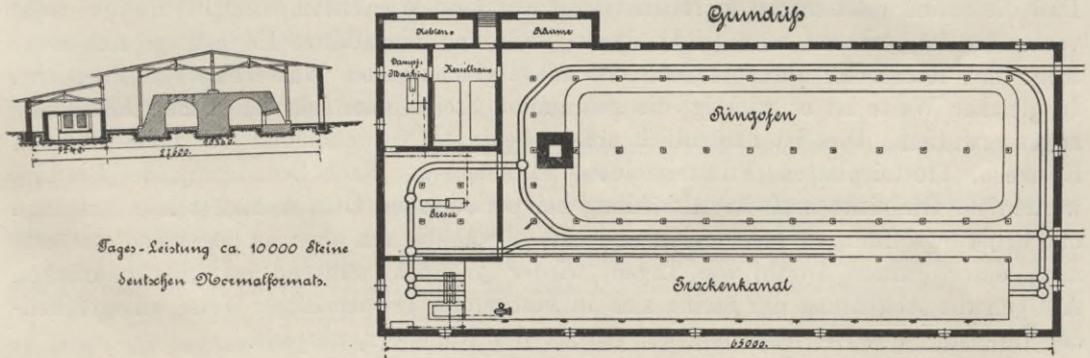
Die Trockenanlage ist in ihrer ganzen Längsausdehnung mit Heizkörpern versehen, welche seitlich von den Gleisen und zwischen denselben angeordnet sind — Abb. 87, 88 und 89. Im größeren Teil des Kanals, und zwar dem kälteren bestehen die Heizkörper aus Rippenröhren; hier ist das Heizmittel der aus den zu trocknenden Waren selbst ausgetriebene Wasserdampf; an diese Heizung schließen sich nach dem heißeren Ende gleichartige Heizkörper an, in denen verfügbarer Maschinenabdampf das Heizmittel bildet; endlich ist im letzten Teil eine besondere Heizung eingerichtet; die auf einem gewöhnlichen Rost erzeugten Heizgase durchziehen die hier liegenden Rohrkörper und erhitzen sich und die Wände des Trockenkanals, ohne aber selbst in diesen einzudringen oder mit den zu trocknenden Steinen in Berührung zu kommen, da sie nach Passierung der Heizkörper in den Schornstein gehen. Zur Querbewegung der Luft im Kanal, also zur vollkommenen Übertragung der Wärme auf die Wagen dienen in gegenseitiger Entfernung von etwa 5,0 m in der ganzen Längsausdehnung des Kanals angeordnete Ventilatoren, Abb. 89, welche bewirken, daß die von der Heizung kommende Luft den nebenstehenden Wagen durchzieht, das nächste Heizregister durchstreift, den folgenden Wagen passiert usw., je nach der Gleisanzahl; darauf durchstreift die Luft die Ventilatoren selbst, wird nach unten geführt und gelangt unter dem Niveau der schienengleich angeordneten Sohlenkanäle wieder zur ersten Heizung zurück usw.

Außer dieser Querbewegung wird auch eine langsame Fortbewegung der Luft in Richtung der Längsachse des Kanals vom kalten Ende nach dem warmen zu bewirkt, und zwar durch Absaugung der aus dem zu trocknenden Materiale entstehenden Wasserdämpfe am Kanalende und Ergänzung des hier fortgenommenen Luftquantums vom oberen Ende des Trockenraumes her durch nach außen führende regulierbare Luftöffnungen.

Die abgesaugten heißen Dämpfe schließlich treten — Abb. 87 — in der Mitte des Kanals in die hier liegenden Heizkörper wieder zurück, um durch diese hindurch nunmehr nach dem kälteren Ende hinzuziehen. Da sich diese Rippenrohre ständig abkühlen, so werden die Wasserdämpfe in ihrem Innern sich verflüssigen und zwar unter Abgabe der latenten Wärme an das Innere des Trockenkanals selbst. Es wird mithin der größte Teil des Trockenkanals geheizt durch die aus dem Trockengut selbst ausgetriebenen Dämpfe. Gerade hierdurch ist der sehr geringe Brennstoffverbrauch und die Wirtschaftlichkeit des Trockenverfahrens bedingt. Über Leistung und Abmessung der Trockenanlage gibt die nachfolgende Zusammenstellung Auskunft:

Leistung in 24 Std.	Kanallänge	Kanalbreite	Kanalhöhe	Gleisanzahl
Stück Normalsteine	m	m	m	
5 000	30,0	6,25	2,00	2
10 000	53,0	6,25	2,00	2
15 000	52,0	8,00	2,00	3
20 000	53,0	9,5	2,00	4
25 000	52,0	10,5	2,00	5

In Abb. 90 ist der Grundriß und Querschnitt einer Ziegelei bei Verwendung der Müller-Pfeiferschen Kanaltrockenanlagen in Verbindung mit einem Ringofen und bei einer Tagesleistung von 10 000 Normalsteinen dargestellt.



Tages-Leistung ca. 10 000 Steine  
deutscher Weesmalformats.

Abb. 90.

## Kapitel XVII.

## Das Brennen und Nachbehandeln der Ziegelwaren.

## § 54. Der Brennbetrieb im allgemeinen.

Das Brennen hat den Endzweck, die geformten Ziegelwaren zu festigen, dauerhaft und wetterbeständig zu machen. Die Größe der Wärmezufuhr ist je nach der Tonart und den Verwendungszwecken verschieden; namentlich kommt hier das Brennen der Waren vor der Sinterung oder bis zu dieser in Frage. Beim Brennen verändert der Ton seine Farbe. Darauf, daß diese Färbung gleichmäßig geschieht und keine flammigen oder streifigen Verfärbungen entstehen, ist — namentlich bei besseren Steinen — besonderer Wert zu legen; solche Verfärbungen lassen sich dadurch meist vermeiden, daß einerseits die Steine vor dem eigentlichen Brennen vollkommen getrocknet — gut geschmaucht sind, andererseits die Wirkung der Flamme im Brennofen bald eine oxydierende, bald eine reduzierende ist. Letzteres ist besonders von Wichtigkeit für weiche kalkhaltige Tone, bei denen infolge der Einwirkung der schwefligen, aus den Verbrennungsprodukten ausgeschiedenen Säure auf der Steinoberfläche bei oxydierender Flamme eine Ausscheidung von schwefelsaurem Kalk sich bildet, die zur Steinverfärbung führt, während bei reduzierender Flamme, d. h. Vorhandensein größerer Mengen von Kohlenoxyd usw. dieser Anflug in schwefligsauren Kalk verwandelt wird; dieser ist bei hoher Temperatur nicht beständig, sondern zersetzt sich in Kalkerde und gasförmige schweflige Säure wieder. Während bei den periodisch brennenden Öfen von Natur aus eine derartige Abwechslung in der Beschaffenheit der Flamme eintritt, muß bei Dauerbrandanlagen — namentlich Ringöfen — hin und wieder bei geschlossenen Rauchabzügen eine größere Menge von Brennmaterialien eingeführt werden, um eine reduzierende Wirkung der Flamme zu erzielen. Diese Abwechslung ist aber auch für kalkarme, rotbrennende Tone von Wichtigkeit, da hierdurch die Farbe der Steine besondere Frische erlangt.

Wie vorerwähnt, muß alles Wasser aus den Ziegelwaren ausgetrieben werden, ehe sie zum „Scharffeuer“ gelangen; sie sind deshalb einem Vorfeuer auszusetzen, „auszuschmauchen“, wie sich dies bei allen periodisch brennenden Öfen von vornherein ergibt, indem die Brennhitze allmählich ansteigt, in längerer oder kürzerer Zeit — je nach der Art des Brenngutes. In gleicher Art findet auch in den, von der Einwirkung des Brennfuers zunächst ausgeschlossenen Kammern des kontinuierlichen Ofens eine Vorfeuerung statt, zweckmäßig bei Offenstehen der Abzugskanäle dieser so lange als möglich. Auch kann man zum Zwecke des Schmauchens einige Kammern dem kontinuierlichen Betriebe des Ofens entziehen und sie entweder durch besondere Heizkörper anwärmen oder von den bereits abkühlenden Kammern heiße Luft in sie hineinsaugen. Daß die Steine vollkommen getrocknet sind und kein Wasserdampf im Brennraum mehr vorhanden ist, erkennt man leicht daran, daß eine eingeführte Eisenstange sich nicht mehr mit feinen, an ihrer Außenfläche niedergeschlagenen Wasserbläschen überzieht. In gleicher Weise ist es wichtig, die gebrannten Steine einer sehr langsamen Abkühlung zu unterwerfen. Dies ist namentlich eine unbedingte Notwendigkeit bei zähen Steinen, Klinkern, Trottoirplatten, Pflastersteinen, Fliesen usw. Nach Beendigung des Brandes werden im Hinblick auf die Abkühlung bei periodischen Öfen zunächst alle Ausgänge und Feuerungsöffnungen geschlossen und erst allmählich von oben an beginnend, oft erst nach einer ganzen Anzahl von Tagen, wieder geöffnet, während bei kontinuierlichen Anlagen die Abkühlung der Steine sich in bestimmter gesetzmäßiger Weise, entsprechender Intensität des Betriebes und der Anzahl der Kammern, abspielt.

Auch ist beim Schmauchbetriebe darauf zu achten, daß die noch feuchten Steine nicht unmittelbar mit den Feuergasen, namentlich Rauchgasen in Berührung kommen, da — wenn auch Flugasche den trockenen Steinen in der Regel nicht mehr schadet, feuchte Steine von ihr durch Bildung von Asche-Ansätzen recht ungünstig beeinflußt werden können. In diesem Sinne ist auch — namentlich bei Verblendsteinen, Terrakotten usw. — darauf zu achten, daß die Hitze in den Schmauchkammern zwischen 100—120° C beträgt, damit auch jede Spur von Wasser ausgeschieden werde <sup>1)</sup>.

Schließlich kann (bei Ringöfen) die Austrocknung auch unter dem Einflusse der Luft von außen in der Art erfolgen, daß in die vorgewärmten letzten Kammern von außen her Luft eingelassen, und die Zugänge zum Rauchkanale hier geschlossen und nur in einer der rückwärts liegenden Nachbarkammern geöffnet werden; alsdann werden sich die Feuergase in diesen letzten Kammern rückwärts bewegen und es wird ein langsames, von Flugasche freies Austrocknen der Steine eintreten.

Beim Brennen selbst soll das Feuer möglichst gleichmäßig das Brenngut treffen und von allen Seiten in gleicher Intensität umspülen. Werden in demselben Raume verschiedene Fabrikate gebrannt, so wird man ihre Entfernung vom Eintritte des Feuers den notwendigen Brenntemperaturen anpassen, also z. B. die Waren, die eine geringere Brenntemperatur erfordern, in größerem Abstände vom Feuer anordnen usf.; ist die Durchstreichkraft der Flamme eine verschiedene, so wird man dort, wo ihre Einwirkung erschwert ist, die Steine mit weiteren Abständen stellen; ferner hat man bei sehr scharf zu brennenden Steinen diese gegen die Einwirkungen der hohen Temperatur zu schützen, zu sinternde Steine durch Zwischenstreuen von Quarzsand zu trennen, Fliesen, desgl. Pflasterklinker, Terrakotten u. dergl. dem unmittelbaren Angriffe des Feuers durch Einsetzen in Kapseln und Muffeln zu entziehen; auch ist eine Belastung dünner Steine, wie Dachziegel, zu verhindern; glasierte Steine u. dergl. sind so aufzustellen, daß die Glasurflächen nicht irgendwie von anderen Körpern berührt werden, die Steine sind vor dem Umfallen zu bewahren usw. usw.

Das erforderliche, langsame Ansteigen der Temperatur, desgl. deren notwendiges Maximum <sup>2)</sup> kann bis zu rund 1600° C noch mit Pyrometern bestimmt werden, wird aber meist unter Verwendung der sogen. Segerkegel <sup>3)</sup> beobachtet. Dies sind — vgl. Abb. 91 — abgestumpfte dreiseitige Pyramiden von 6 cm Höhe und stellen eine Reihe systematisch zusammengestellter, an Schwereschmelzbarkeit zunehmender Silikate dar; sie dienen zum Beobachten des Fortschreitens der Hitze im Ofen; so läßt Abb. 91 erkennen, daß die erreichte Temperatur dem zweiten Segerkegel (7) entspricht (1270° C), da der erste (Nr. 5, 1230° C) schon bereits geschmolzen ist, der dritte Kegel (Nr. 8) aber noch nicht erheblich deformiert ist <sup>4)</sup>. Die nachstehende Reihe gibt die Nummern der Segerkegel und ihre nach Graden von Celsius geschätzte Schmelztemperatur an.

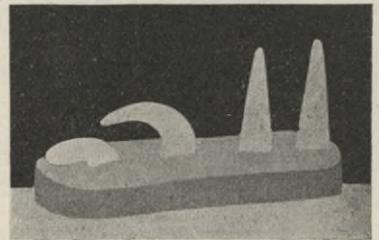


Abb. 91.

1) Zur Kontrolle dieser Temperatur dienen hier in Metallrohren befindliche, längliche Quecksilberthermometer (bis + 350° C), die von oben aus in die Öfen eingeführt werden.

2) Aus der Färbung der Flamme auf die im Ofen herrschenden Hitzegrade zu schließen, ist im allgemeinen unsicher.

3) Hergestellt ausschließlich von der Kgl. Porzellan-Manufaktur zu Berlin; benannt nach dem Erfinder Prof. Dr. H. Seger, weiland Leiter des chem. Laborat. für Tonindustrie zu Berlin.

4) Ein schwaches Neigen und Biegen der Kegel ist noch nicht als Schmelzen anzusehen. Der Kegel gilt als geschmolzen, wenn er mit seiner Spitze die Chamotteplatte, auf der er mit Ton festgeklebt, oder die Tonplatte, in die er hineingefügt worden ist, berührt.

Segerkegel- Nummer	Geschätzte <sup>1)</sup> Temperatur Grad Celsius	Segerkegel- Nummer	Geschätzte Temperatur Grad Celsius	Segerkegel- Nummer	Geschätzte Temperatur Grad Celsius
022 <sup>2)</sup>	590	01	1130	21	1550
021	620	1	1150	22	1570
020	650	2	1170	23	1590
019	680	3	1190	24	1610
018	710	4	1210	25	1630
017	740	5	1230	26	1650
016	770	6	1250	27	1670
015	800	7	1270	28	1690
014	830	8	1290	29	1710
013	860	9	1310	30	1730
012	890	10	1330	31	1750
011	920	11	1350	32	1770
010	950	12	1370	33	1790
09	970	13	1390	34	1810
08	990	14	1410	35	1830
07	1010	15	1430	36	1850
06	1030	16	1450	37	1880
05	1050	17	1470	38	1910
04	1070	18	1490	39	1940
03	1090	19	1510		
02	1110	20	1530		

Segerkegel 26 entspricht (vergl. S. 255) dem Schmelzpunkte der Tone, welche in der Tonindustrie als die niedrigst schmelzenden, feuerfesten Materialien angesehen werden. Die Segerkegel von Nr. 26—36 haben nur noch Höhen von  $2\frac{1}{2}$  cm.

Die Beobachtung des Brandes durch Segerkegel hat für das Brennen der Tonwaren gegenüber anderen Beobachtungsmethoden die Vorteile, daß man die Zeit ziemlich genau bestimmen kann, die eine bestimmte Hitze anhält, und danach das Feuer

zu regulieren in der Lage ist, daß ferner die Beobachtung eine sehr einfache wird und jedem Arbeiter übertragen werden kann <sup>3)</sup>, und schließlich die aus Tonerdsilikaten bestehenden Kegel dieselbe Wirkung erleiden werden, wie die zu brennenden gleichartig zusammengesetzten Tonwaren; man kann demgemäß damit rechnen, den Garbrand der Ware wirklich erreicht zu haben, wenn der entsprechende Segerkegel in dem am wenigsten heißen Teile des Ofens umgeschmolzen ist.

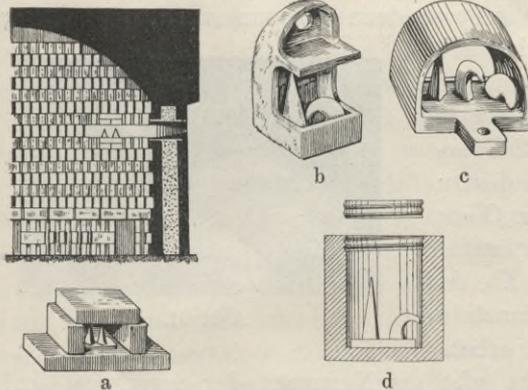


Abb. 92 a—d.

Ist durch Probeschmelzen einer ganzen Anzahl von Segerkegeln die Garbrandtemperatur festgestellt, so genügen im Betriebe für die Folge meistens 3 Segerkegel, welche derart zu wählen sind, daß der erste als Warner, durch sein Niederschmelzen, den Beginn des Garbrandes anzeigt, der zweite im Laufe des Brandes schmilzt, der dritte aber nur eine geringe Formänderung zeigt; dem entsprechend ist das Feuer einzurichten. Der dritte Kegel deutet die Temperatur an, über die ohne Beeinträchtigung

1) Tonindustrie-Zeitung 1895. Nr. 19. S. 803.

2) Sprich: Null zweiundzwanzig usw.

3) Pyrometerbeobachtungen erfordern hingegen einen wissenschaftlich gebildeten Beamten.

der Ware nicht hinausgegangen werden darf. Die Kegel sind bequem sichtbar aufzustellen, sodaß sie durch ein Schauloch gesehen werden können, und zwar soll das Beobachten immer an 2 Stellen im Ofen erfolgen, einerseits in der Nähe der Feuerungseinströmung, andererseits nahe dem Abzuge, also bei schwächstem Feuer. Zu beachten ist, daß Segerkegel vor Stichflammen geschützt werden müssen; deshalb wird für den Segerkegel — Abb. 92a — entweder ein Schaukanal errichtet, oder es finden Heinzesche Hängeschalen — Abb. 92b — bezw. „Hauben“ — Abb. 92c — oder, bei Schachtofen, Kapseln mit einschraubbarem Deckel Anwendung — Abb. 92d.

Es werden verwandt zum Brennen von:

Porzellanfarben und Lüster . . . . .	Kegel 022 bis 010
Ziegeln aus kalk- und eisenhaltigen Tonen, Ofenkacheln u. dergl. . . . .	„ 015 „ 010
Ziegeln aus kalk- und eisenarmen Tonen, Klinkern, Fußbodenplatten und ähnlichen Fabrikaten . . . . .	„ 1 „ 10
Steinzeug mit Salz- oder Lehmglasur . . . . .	„ 5 „ 10
Weißem Steingut (Rohbrand) . . . . .	„ 3 „ 10
Weißem Steingut (Glattbrand) . . . . .	„ 010 „ 10
Chamottewaren, Zement und Porzellan . . . . .	„ 10 „ 20
Silikaziegeln und zum Schmelzen schwerflüssiger Gläser bezw. in der Stahl- und Wasser- gasindustrie . . . . .	„ 20 „ 25
Zur Bestimmung der Feuerfestigkeit der Tone und der zugehörigen Materialien dienen	„ 26 „ 36

Der Versand der Segerkegel geschieht in einzelnen Nummern ganz nach Wunsch der Abnehmer von 100 Stück an zum Preise von 4,50 Mk. Bei geringerem Bezuge kostet das Stück 5 Pf.

## § 55. Die allgemeine Anordnung der Brennöfen.

Als Brennmaterialien finden in der Ziegelindustrie Verwendung: Holz nur in sehr geringem Maße, Torf, noch häufig, namentlich zum Brennen untergeordneter, gewöhnlicher Steine, Braunkohlen, Steinkohlen, — bevorzugt kurzflammige Sandkohlen<sup>1)</sup> — Stein- und Braunkohlenbriketts, Steinkohlenkoks, sowie Heizgase. Von letzteren sind namentlich die Generatorgase wichtig, das sind entweder Luftgas<sup>2)</sup>, bestehend aus  $\frac{1}{3}$  Kohlenoxyd und  $\frac{2}{3}$  Stickstoff, oder Wassergas<sup>3)</sup>, vorwiegend aus Wasserstoff, Kohlenoxyd und kleineren Mengen von Kohlensäure und Stickstoff zusammengesetzt. Diese Heizgase werden in besonderen „Generatoren“, schachtofenförmigen Behältnissen erzeugt, in deren unterem Teil das Brennmaterial (Braun- oder Steinkohlen, bei Wassergas fast ausschließlich Anthrazit) unter Zuführung von Gebläsewind bzw. Wasserdampf verbrannt wird<sup>4)</sup>.

Die verschiedenen Arten der Brennöfen lassen sich nach der Art ihres Betriebes in eine Anzahl von Gruppen einteilen; man kann unterscheiden:

1. Öfen mit unterbrochenem Betriebe. Hierher gehören:
  - a) Der einfache Feldofen, für gewöhnliche Ziegelwaren früher viel verwandt.
  - b) Öfen mit aufsteigender Flamme, vorwiegend für Porzellan und Steingut benutzt.
  - c) Öfen mit wagrecht gehender Flamme.
  - d) Öfen mit überschlagender Flamme.

1) Hierunter werden solche Kohlen verstanden, welche in gepulvertem Zustande nach dem Verkoken noch ihre Form behalten, also pulverförmig bleiben.

2) Hier wird heiße Luft durch die im Brand befindlichen Kohlen zwecks deren Vergasung hindurchgepreßt. Die Brenngase werden oben abgefangen und fortgeleitet.

3) Wasserdampf wird in den glühenden Brennstoff geleitet. Da hierbei Wärme gebunden wird, so wird abwechselnd Wasserdampf und atmosphärische Luft in die Kohlschicht geblasen, wodurch die Kohle stetig zu erneuter Vergasung befähigt wird. Die jeweilig entstehenden Gase werden getrennt abgefangen.

4) Es gibt auch Generatoren, welche zur gleichzeitigen Erzeugung beider Gase dienen.

2. Öfen mit kontinuierlichem Betriebe, und zwar:

- a) Mit feststehendem Feuer, Kanalöfen.
- b) Mit fortschreitendem Feuer, Ringöfen.

3. Muffelöfen, welche eine Berührung der Brennwaren unmittelbar mit dem Feuergasen ausschließen und mit unterbrochenem und dauerndem Betriebe ausgestattet sein können.

Von den für die Erzeugung von Ziegelwaren wichtigen Öfen seien die nachfolgenden besonders erwähnt; wegen ihrer Einzelheiten sowie anderer Systeme, deren Behandlung zu weit führen würde, sei auf die in der Anmerkung<sup>1)</sup> angegebene Sonderliteratur verwiesen.

a) Der Feldbrandofen, auch Meiler oder Meilerofen genannt, eigentlich kein Ofen im engeren Sinne des Wortes, da er meist nur eine, seltener zwei sich alsdann gegenüberstehende feste Wände besitzt, in deren unterem Teil die Öffnungen für eine Einbringung des Brennmaterials liegen. Zwischen diesen Wänden werden unter Freihaltung von Schürgassen, die bei zwei gegenüber stehenden Mauern deren Öffnungen verbinden, die getrockneten Steine mauerförmig, aber mit Zwischenräumen aufeinander gesetzt. Die nicht durch besondere Mauern geschützten Seitenflächen sind ohne Lücken auszuführen und mit einem Lehmputz zu verkleiden. Die im Innern freigelassenen Schürgassen sind mit Kohlenruß zu füllen oder, bei Kohlenfeuerung, an ihrem Beginne unter Verwendung eines Rostes besondere Feuerungen einzubauen; dient Holz als Brennmaterial, so wird dieses, je nach Bedürfnis, von außen in die Schürgassen eingeworfen. Die Schürgassen gestatten zugleich eine notwendige Regulierung des Feuers, namentlich durch Fernhalten eines allzustarken Windes durch Bedecken ihrer Ausmündung mit Matten usw.

Hin und wieder sind auch die Schürgassen fest gemauert und mit durchbrochenen Gewölben nach oben abgeschlossen<sup>2)</sup>; manchmal werden auch (in Amerika) die Öfen auf allen vier Seiten durch feste Seitenmauern abgeschlossen, von denen je zwei durch Schürgassen verbunden sind, während die anderen Türöffnungen zum Ein- und Auskarren der Steine aufweisen.

Zweckmäßig ist es, um die eingefahrenen Steine vor den Unbilden der Witterung zu schützen, die Meiler mit einem leichten Holzdache zu überbauen, das mit Rücksicht auf die Schürarbeiten zweckmäßig an der Schürstelle seitliche Ausbauten erhält. Die Brennzeit eines Meilers beträgt etwa drei Wochen; alsdann werden alle Schüröffnungen geschlossen, um ein allmähliches Abkühlen der heißen Steinmasse zu sichern.

Es liegt auf der Hand, daß bei der Art des Brennens die Steine sehr verschieden in ihrer Güte ausfallen müssen; viele von ihnen werden durch den Druck der aufliegenden Schichten gebrochen oder erheblich verbogen sein, nicht wenige sind durch Asche- und Schlackeansätze verunreinigt, manche im Innern des Meilers durch zu starken Brand

1) 1. Die Brennöfen für Tonwaren, Kalk, Magnesia, Zement u. dergl. unter besonderer Berücksichtigung der Gasbrennöfen, von Ernst Schmotolla, Hannover. Verlag von Gebr. Jänecke. 1903.

2. Handbuch der Ziegelfabrikation von R. Dümmler. Halle a. S. Wilhelm Knapp, 1894, Kapitel VIII, Das Brennen der Waren. S. 299—376.

3. Handbuch der gesamten Tonwaren-Industrie von Bruno Kerl, III. Aufl. Braunschweig, 1907. Fr. Vieweg & Sohn. Abschnitt VII. Das Brennen der Tonwaren. S. 651 u. folg.

4. Dr. Zwick, Die Natur der Ziegeltoner. II. Aufl. A. Hartlebens Verlag, Wien, Pest, Leipzig 1894. S. 412 u. folg.

5. Ludwig Wipplinger, Die Keramik. A. Hartlebens Verlag, Wien, Pest, Leipzig 1897. S. 209 u. folg.

2) Z. B. beim sogen. Münchener Ofen, einer oben offenen, an allen Seiten durch Mauern umschlossenen Bauart. Seine Weiterentwicklung vergl. unter b).

geschmolzen, wieder andere nahe der Außenseite nicht genügend gebrannt usw. usw.; immerhin aber stellt das Endergebnis, alles in allem, namentlich im Hinblick auf den nicht hohen Preis, ein für landwirtschaftliche Zwecke durchaus brauchbares Ziegelmaterial dar.

b) Der deutsche Ofen, ein Einzelkammerofen mit unterbrochenem Betriebe und ohne Schornstein, Abb. 93. Auf der Sohle liegen eine Anzahl, meist bald von der einen, bald von der anderen Seite aus mit Rostfeuerung versehene Brennkanäle, die entweder nur Vertiefungen darstellen und demgemäß durch das Brenngut in ihrem oberen Teile selbst hergestellt werden oder oben durchbrochene Wölbungen zeigen. Die Heizgase entweichen durch die gleichmäßig verteilten, im Querschnitte zu zweien oder dreien nebeneinander liegenden Abzugsöffnungen, in der Regel unmittelbar ins Freie.

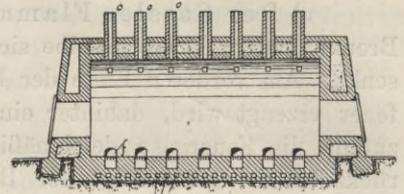


Abb. 93.

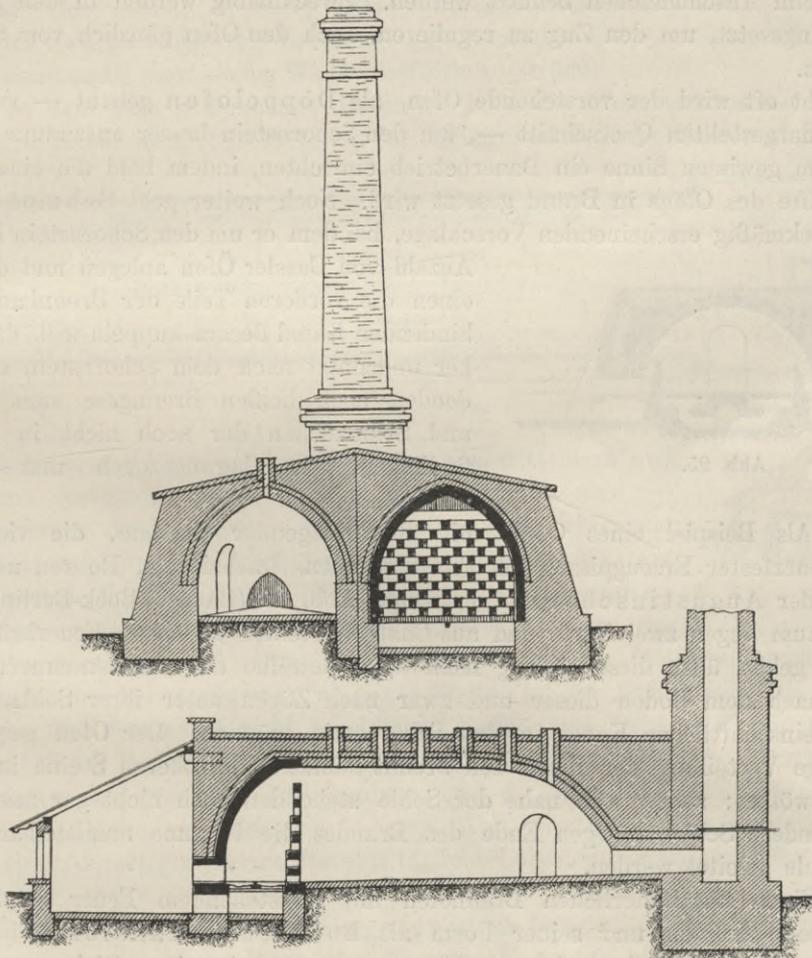


Abb. 94 a u. b.

Die Brennkammer ist mit feuerfesten Steinen ausgekleidet und durch zwei, während des Brennens vorübergehend zu vermauernde Türen zugänglich gemacht. Da der Weg der Heizgase in dem Ofen ein nur sehr kurzer ist, werden diese nicht gut ausgenutzt, und zwar um so weniger, als im Anfang ein nur geringer Zug vorhanden ist. Beide Nach-

teile kann man durch Anordnen eines Schornsteins beseitigen, der so angeordnet wird, daß er nicht nur ein senkrechtes Aufsteigen der Feuergase, sondern auch eine ausgiebige wagerechte Bewegung derselben bewirkt. Eine derartige Einrichtung besitzt:

c) Der Cassler Flammofen, Abb. 94 a b. Dieser besteht aus einer länglichen Brennkammer, deren Gewölbe sich nach dem zum Schornstein führenden Fuchs allmählich senkt. Am vorderen Ende der Kammer befindet sich der Planrost, auf dem das Brennfuel erzeugt wird, dahinter eine feuersichere, durchbrochene Wand, der die Aufgabe zufällt, die Feuergase gleichmäßig über den Brennraum zu verteilen und Flugasche zurückzuhalten; dann folgt der Brennraum mit der in seinem hinteren Teil gelegenen, während des Brandes zugemauerten Einkarröffnung; auch hier sind, wie bei Abb. 93, in der Kappe des Ofengewölbes verschließbare Öffnungen vorgesehen, welche unter Umständen auch als Heizlöcher zum Einwerfen von Brennmaterial (im Notfalle) dienen können<sup>1)</sup>, vorwiegend aber zum Ableiten der Rauchgase beim Anheizen bzw. des Wasserdampfes beim Anschmauchen benutzt werden. Zweckmäßig werden in den Fuchskanal Schieber eingesetzt, um den Zug zu regulieren, auch den Ofen gänzlich vom Schornstein abzusperren.

Recht oft wird der vorstehende Ofen, als Doppelofen gebaut — vergl. den in Abb. 94 b dargestellten Querschnitt —, um den Schornstein besser auszunutzen; alsdann läßt sich im gewissen Sinne ein Dauerbetrieb einrichten, indem bald die eine, bald die andere Hälfte des Ofens in Brand gesetzt wird. Noch weiter geht Schmotolla<sup>2)</sup> mit seinem zweckmäßig erscheinenden Vorschlage, bei dem er um den Schornstein herum eine



Abb. 95.

Anzahl von Cassler Öfen anlegen und diese durch einen die vorderen Teile der Brennkammern verbindenden Kanal derart kuppeln will, daß die bisher ungenutzt nach dem Schornstein entweichenden noch heißen Brenngase zum Anwärmen und Schmauchen der noch nicht in Brand befindlichen Öfen herangezogen und ausgenutzt werden. —

d) Als Beispiel eines Ofens mit überschlagender Flamme, die vielfach zum Brennen feuerfester Erzeugnisse, von Pflastersteinen, Dachziegeln, Rohren usw. benutzt wird, sei der Augustinsche Ofen erwähnt, Abb. 95 (Bauart Bock-Berlin). Seitlich vom Ofenraum liegen zwei Roste und aus Chamottesteinen errichtete Feuerbrücken. Die Feuergase gehen über diese hinweg nach dem Gewölbe der Brennkammer, und von hier aus nach dem Boden dieser und zwar nach Zügen unter ihrer Sohle, die durch einen gemeinschaftlichen Kanal in den Schornstein münden. Der Ofen gestattet eine gleichmäßige Verteilung der Hitze und brennt zunächst die oberen Steine in der Nähe des Ofengewölbes; sollten die nahe der Sohle stehenden noch nicht gar sein, so kann durch besondere Schieber gegen Ende des Brandes die Flamme unmittelbar nach der Kammersohle geleitet werden.

e) Einen kontinuierlichen Brennofen mit feststehendem Feuer zeigt Abb. 96 — nach dem Erfinder und seiner Form als Bockscher Kanalofen benannt. — Hier zieht die horizontal streichende Flamme dauernd in einer Richtung durch den

<sup>1)</sup> Hierauf beruht, bei dauernder Ausnützung dieser Nebenfeuerung, eine besondere Art von Öfen: „Periodische Öfen mit Ringofenbefeuerung“, d. s. langgestreckte Casseler Öfen bis 25 m Länge, bei denen, neben der Feuerung an einer Schmalseite, eine regelmäßige Befeuerung von oben aus (wie beim Ringofen) erfolgt.

<sup>2)</sup> Vergl. dessen Werk über Brennöfen (Anm. 1 auf S. 306.)

Kanal und das zu brennende Gut wandert in entgegengesetzter Richtung den Brenngasen entgegen, für die zweckmäßig Generatorgas Verwendung findet. Hierbei wird das Brenngut auf besonders gebauten Wagen gestapelt, die von außen her, (durch Ketten von vorn, durch hydraulische Zylinder von hinten aus und dergl.) bewegt werden und zunächst eine Vorwärmzone passieren, um allmählich in immer wärmere Teile des Ofens bis schließlich in die Brennzone zu gelangen. Durch weiteres Vorschieben verlassen die Wagen dann wieder diese Zone, kühlen langsam ab und gelangen schließlich ins Freie. Der in Abb. 96 dargestellte Querschnitt zeigt einen Kanalofen — in der Brennzone mit Gasfeuerung. Das Gas gelangt aus dem Generator in den Kanal B, von hier durch Seitenabzweige C nach dem Kanal D und von diesem endlich aus durch Öffnungen in seiner Sohle nach dem Kanal E, durch dessen durchbrochene Wände das Gas, sich hier mit Verbrennungsluft mischend, in den Brennkanal F oberhalb der Wagenplattform ausströmt.

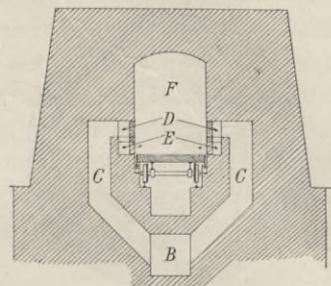


Abb. 96.

Von dem, dem Schmauchen dienenden Teile des Ofens werden die Heizgase seitlich in, dem Kanal parallel geführte, in der Außenwand liegende Kanäle abgesogen, damit



Abb. 97 a.

die Erwärmung der Kanalwandung hier nur eine mittelbare und ein Reißen der Steine durch Überhitzung vermieden wird. — Noch besser ist die Verbindung des Kanalofens ohne Schmauchzone mit einem besonderen Trockenofen, namentlich dem Müller-Pfeiferschen Trockenkanale. Hier werden die Tonwaren soweit vorgetrocknet, daß ein fehlerfreies, sicheres Arbeiten des Kanalofens vorausgesetzt werden darf. Als Vorteil des letzteren erscheinen hervorhebenswert, die Abnutzung nur an einer Stelle, in der Brennzone, die geringen Abmessungen und demgemäß nicht erheblichen Boden- und Baukosten, die geringe Brennzeit von  $1\frac{1}{2}$ —2 Tagen; bei der obengenannten Vereinigung treten noch hinzu die geringen Abmessungen der gesamten Fabrikanlage und die Möglichkeit, den gesamten Betrieb unter einem Dache zu vereinigen — vergl. Abb. 97 a b —, den Grundriß und Querschnitt einer derartigen Anlage für eine tägliche Leistung von 15000 Stück Normalziegeln darstellend.

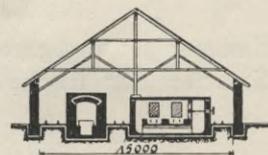


Abb. 97 b.

f) Der Hoffmannsche<sup>1)</sup> Ringofen ist ein Dauerbrand-Ofen mit fortschreitendem Feuer; seine ursprüngliche Form war die reine Kreisform mit zentralgelegenen Schornsteine; wenn auch im Laufe der Zeit die äußere Gestalt und die Konstruktion von

<sup>1)</sup> Diese wichtigste Ofenbauart ist nach ihrem Erfinder, dem früheren Direktor der Siegersdorfer Werke, Baurat Friedrich Hoffmann benannt worden, der im Jahre 1858 den Ofen in die Praxis des Ziegeleibetriebes einführte.

Einzelteilen des Ofens manche Wandlung erfahren haben, so sind doch die Grundsätze, auf denen der Betrieb des genial ersonnenen Ofens beruht, dieselben geblieben; deshalb seien sie zunächst an dem einfachen Beispiele kreisförmiger Anlage dargelegt, Abb. 98 a b.

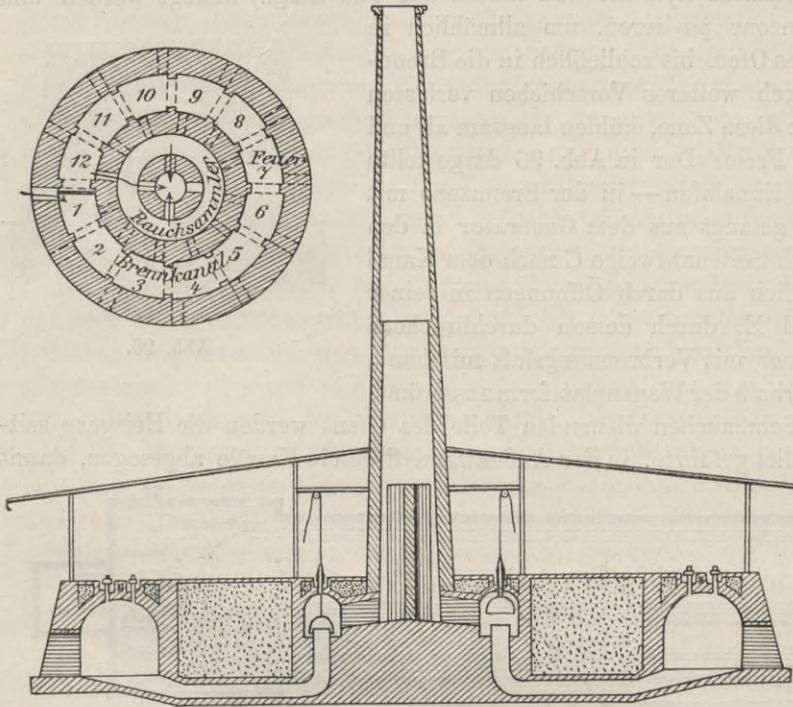


Abb. 98 a u. b.

Kammer „1“ fertig gebrannte Steine herausgenommen, während in die rückwärtsliegende Kammer „12“ frische Steine — etwa am Tage vorher — eingesetzt sind. Die Kammern

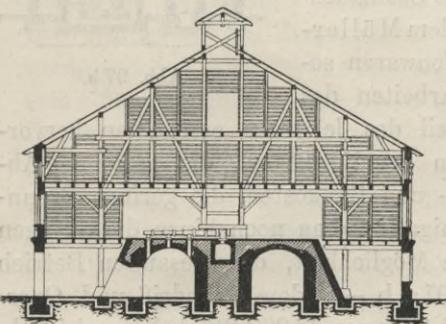


Abb. 98 c.

1—12 stehen in durchgehender Verbindung, nur zwischen 12 und 1 ist die Wand geschlossen, durch einen bestens verschmierten Eisenschieber, durch eine leichte, provisorische Wand oder dergl. Ferner sind alle Ableitungen der Kammern nach dem Rauchsammler bis auf die aus Kammer 12 einmündende geschlossen, desgleichen alle Eingangstore der Kammern bis auf die von Kammer 1, die offen steht. In den Kammern 1—6 befinden sich in den vorangegangenen Tagen nacheinander fertig gebrannte und jetzt allmählich abkühlende Steine,

während — wie vorerwähnt — in Kammer 7 gerade das Feuer brennt und in den weiter folgenden Kammern 8—12 sich Steine befinden, die allmählich geschmaucht, also vorgetrocknet worden sind und nach Fortschreiten des Feuers nacheinander gebrannt werden sollen.

Die bei der Eingangstür 1 einströmende Luft geht durch den Ofenkanal hindurch zum Feuer, und von diesem mit den Brenngasen vermengt durch den Schieber bei 12 in den Rauchsammler; hierbei erwärmt sich die Luft auf dem Wege 1—6 an den fertig

Der Ofen besteht aus einem äußeren, in einzelne, meist durch feste, aber durchbrochene Trennungswände in Kammern geteilten Brennkanal, einem zentral liegenden ringförmigen Rauchsammler und dem zentral in diesem liegenden Schornstein. Das Feuer wandert in der Richtung des im Grundrisse angedeuteten Pfeiles von einer Kammer zur andern. Befindet es sich z. B. in Kammer „7“ —, so werden aus der im Durchmesser gegenüberliegenden

gebrannten heißen Steinen, die sie selbst abkühlt, und zwar um so mehr, je näher sie dem Ausgang liegen, also je näher auch für die Steine der Zeitpunkt rückt, an dem sie herausgenommen werden. Die somit bereits erheblich vorgewärmte Luft kommt zum Feuer, verstärkt hier die Wirkung dieses und kühlt sich auf dem Wege 7—12 wieder erheblich ab, namentlich im letzten Teile dieses, hierbei die frisch eingesetzten bzw. schon einige Tage stehenden Steine vortrocknend, sodaß die Brennzeit abgekürzt wird. Nach 12—24 Stunden ist die Abteilung 7 gar gebrannt, das Feuer gelangt nach 8, aus 2 werden die fertigen Steine herausgenommen, in 1 neue eingestellt; die Trennungswand zwischen 1 und 12 wird geöffnet, zwischen 1 und 2 ein Abschluß eingebaut und schließlich die Zuleitung 12 zum Kanal geschlossen und die in Kammer 1 geöffnet. Auf diese Weise vollzieht sich der Betrieb in vollkommen regelmäßiger und kontinuierlicher Weise unter bester Ausnutzung des Brennmaterials und der von den fertigen Steinen selbst zur Verfügung gestellten Wärmequelle.

Die Befuerung des Ofens erfolgt — abgesehen zunächst von einer Gasbefuerung — durch Einwerfen von Brennmaterial — Kohlengruß — durch die lotrechten Schüröffnungen im Gewölbe der Brennkammern, welche nur zu diesem Zwecke zu öffnen sind.

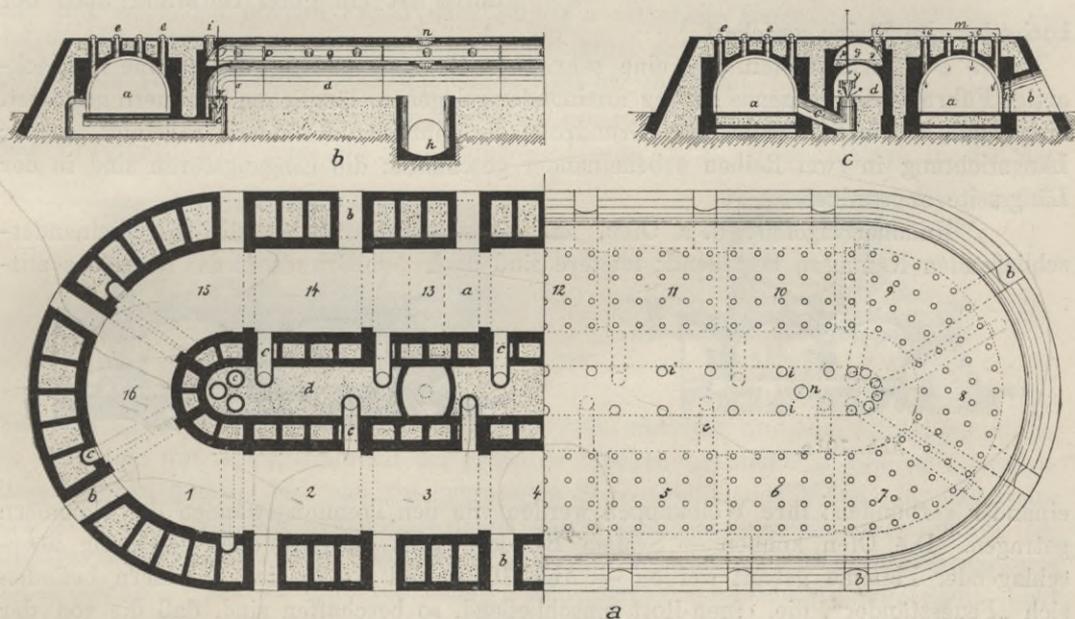


Abb. 99 a—c.

Einen neuen, genau den vorerwähnten Grundsätzen angepaßten Ringofen zeigen die Abb. 99 a—c<sup>1)</sup>; neben der länglichen Grundrißform unterscheidet sich die Anlage vor allem durch die besonderen, vom eigentlichen Ofenbetrieb abzweigenden Schmauchkammern, die nicht von den unmittelbaren Feuergasen durchströmt werden, sondern ihre heiße Trockenluft unter Vermittlung eines besonderen Schmauch-Sammelkanals erhalten, und somit zum Vortrocknen und Brennen wertvollerer Steine, Verblender, Terrakotten usw. besonders geeignet sind.

In den Abb. bezeichnet a den Brennkanal, der in 16 Kammern eingeteilt ist; b sind die Einkartüren, c die Rauchkanäle, die durch Ventile gegenüber dem Rauch-

1) Nach dem Handbuch der Ziegelfabrikation von R. Dümmler, S. 351.

sammler d abzuschließen sind; der Brennstoff wird durch die Öffnungen e eingeschüttet; g stellt den obenerwähnten Schmauchkanal dar, welcher warme Luft aus den abkühlenden Kammern erhält und diese nach den zeitweise vom Ofenbetriebe abgesonderten Schmauchkammern abgibt. Die Rauchgase gelangen unter Vermittlung des unterirdischen Kanals h<sup>1)</sup> nach dem Schornstein, der außerhalb des Ringofens stehend, auch — bei genügender Größe — mehreren solcher gemeinsam dienen kann.

Als Abarten des Ringofens sind zu nennen:

α) Der Bocksche Erdringofen (DRP. 107 945) Abb. 100<sup>2)</sup>, ohne Gewölbe, im Grundzuge sonst dem Ringofen angepaßt und so tief in die Erde hineingebaut, daß die gerade, nach Einsetzung der Steine erst aufgebaute und auf diese gestützte Ofendecke<sup>3)</sup> mit der Geländefläche eine Ebene bildet<sup>4)</sup>. Der Brennkanal ist verhältnismäßig niedrig, die Rauchabführung erfolgt in einem, im Gebäude liegenden Kanal von dem oberen Teile der Kammern aus; hierdurch ist ein guter Garbrand auch der

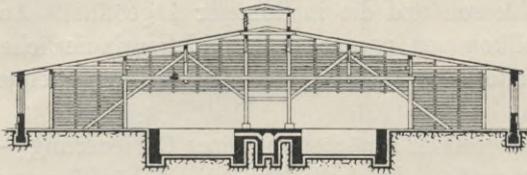


Abb. 100.

hochgelegenen Steine gesichert.

β) Der Zickzackofen, der eine sehr gute Raumaussnutzung durch eine zickzackartige Führung der Heizgase in eng aneinander gelegenen, länglichen Kammern gestattet. Hier sind in einem rechteckigen Grundrisse die einzelnen Kammern vereinigt, in der Längsrichtung in zwei Reihen nebeneinander geschaltet; die Eingangstüren sind in der Längsseite angeordnet.

γ) Kammerringöfen, d. s. Öfen, aus einer Anzahl von länglichen, aneinanderschließenden Kammern bestehend; letztere sind nach dem Grundsatz des Ringofens mit-



Abb. 101 a.



Abb. 101 b.

einander verbunden; ihre Wölbkappen werden von den Trennungswänden der Kammern getragen. Die Öfen können — System Bock — mit einseitig oder zweiseitig überschlagender Flamme gebaut werden — Abb. 101 a und b. In den Kammern befinden sich „Feuerständer“, die einen Rost umschließend, so beschaffen sind, daß die von der vorangehenden, in Glut stehenden Kammer von unten zuströmende, heiße Luft das auf den Rosten liegende Brennmaterial allseitig umspült und vergast. Die Beschickung des Ofens erfolgt wie bei einem gewöhnlichen Ringofen.

δ) Der mehrschenklige Ringofen — für Massenerzeugung besonders geeignet, — vgl. Abb. 102, einen dreischenkigen Eck ar dtschen Ringofen darstellend, und zwar

1) Hier findet also eine untere Ableitung der Rauchgase statt. Daneben gibt es auch Öfen mit hochliegendem Rauchkanal und oberem Abzug der Heizgase, besonders günstig für ein gutes Garbrennen auch der obersten Schichten der eingesetzten Steine.

2) Die Abbildung stellt den Ofen in Verbindung mit einer Trockenanlage im Querschnitte dar.

3) In diese Decke werden nach vorangegangener Aussparung usw. Heizdeckel zum späteren Einwerfen der Feuerung eingesetzt.

4) Naturgemäß nur bei günstigem Grundwasserstand; sonst kann der Ofen auch aus der Erde heraustreten.

mit 3 Feuerstellen; der Vorteil der Anordnung, die eigentlich aus 3 aneinander gekuppelten Ringöfen besteht, liegt in der guten Ausnützung des Grundrisses und dem verhältnismäßig billigen Bau.

Wird der Ringofen mit **Generatorgas** befeuert, so ist es für den Betrieb vorteilhaft, daß zur Erzielung hoher Temperaturen und zum Brennen feiner Ziegelwaren geringwertige Brennstoffe Verwendung finden können, daß das Brenngut selbst in keiner Weise verunreinigt wird und die Anzahl der Arbeitskräfte wegen der, nur eine Feuerstelle mit einfachster Bedienung darstellenden Generatoranlage (gegenüber der dauernd wechselnden Feuerstelle bei normaler Beheizung) vermindert werden.

Die Zuleitung des Gases erfolgt vielfach in der Art, daß um den Ringofen herum, bzw. in dessen Mauerwerk eingebettet, ein Hauptzuleitungs-Gaskanal liegt, von dem aus unter jeder Kammersohle ein Querkanal ausgeht, an den eine Anzahl senkrecht stehender aus Chamotte hergestellter und mit seitlichen offenen Fugen oder Schlitzfenstern versehene Heizrohre anschließen; aus ihnen strömt das Gas in den Brennraum, sich hierbei mit der Brennluft der bereits gar-gebrannten vorangehenden, noch glühenden Kammer mengend.

g) Die Muffelöfen verhindern eine unmittelbare Berührung des Feuers mit dem Brenngut. Dies geschieht bei kleineren Waren, z. B. Mosaikplatten in der Art,

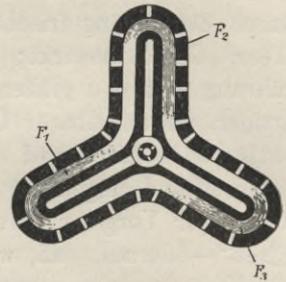


Abb. 102.



Abb. 103.



Abb. 104.

daß man einzelne Stücke in verschließbare Kapseln einbringt und eine Anzahl von diesen im Ofenraum aufstapelt, während bei größeren Stücken „Muffeln“ angewendet werden; diese beruhen darauf, daß man aus gebrannten Steinen stützende Wände für dauernden oder zeitweisen Gebrauch errichtet, in deren Inneres von einer verschließbaren Öffnung aus die Waren eingebaut werden. Während hierbei alle vorerwähnten Ofenarten Verwendung finden können, vgl. z. B. Abb. 103, einen Muffelringofen ohne Gewölbe darstellend, baut man für Massenerzeugung bzw. dauernde Benützung besondere Muffelöfen, bei denen — Abb. 104 — die Heizgase von einer Rostfeuerung, bzw. einer Gaszuleitung aus, die Außenfläche der Muffel allseitig umspülen, um schließlich in einen nahe der Einströmungsstelle gelegenen, von ihr aber vollkommen abgeschlossenen Rauchsammelkanal abzuziehen.

## § 56. Das Graufärben, Engobieren und Glasieren der Ziegelwaren.

Die matte graublaue Färbung, welche manche Ziegel, namentlich Dachsteine, aufweisen, wird durch einen besonderen Prozeß — das „Dämpfen“ bewirkt, weshalb man auch von gedämpften Steinen usw. spricht. Nach vollendetem Garbrand der Steine wird unter Abschluß aller Zu- und Ableitungen eine starke Rauchentwicklung im Ofen durch Einführung frischen grünen Laubes und Holzes oder flüssigen Kohlenwasserstoffes (Teer, Gasöl) bewirkt; das hierbei sich bildende Kohlenwasserstoffgas wird bei Berührung mit den glühenden Ziegeln zersetzt und Kohlenstoff als festhaftender, graphitartiger, unwandelbarer Überzug hier niedergeschlagen und zugleich das den Stein sonst entfärbende Eisenoxyd in die schwärzliche Eisenoxydul-Verbindung übergeführt; dem entsprechend zeigen die Steine nach dem Erkalten eine blaue Farbe mit silbrigem Anflug. Der Vorgang beruht — neben der reduzierenden Wirkung der Flamme auf das Eisen — darauf, daß, wenn eine kohlenstoffreiche Flamme bei Sauerstoffmangel bis unter die Verbrennungstemperatur abgekühlt wird, sich Kohlenstoff in fein verteilter Form als Rauch und Ruß abscheidet; da das frische grüne Holz zu seiner Überführung in Gasform sehr erhebliche Wärmemengen aufbraucht, so ist hierdurch der notwendige Temperaturherabgang bedingt.

Für das Dämpfen von Falzziegeln ist der dem Cassler Ofen ähnliche Bocksche Blaudämpfungs-ofen vielfach verwendet.

In ähnlicher Weise können einfarbige dunkle Fußbodenplatten, die in Kapseln gebrannt werden, dadurch eine graphithaltige, gedämpfte Oberfläche erhalten, daß zwischen sie in die Kapseln während des Brennens fein gepulverte Kohle gestreut wird.

Das Dämpfen kann in beliebigen, gut abschließbaren Ofen ausgeführt werden; um den Ringofen zum Dämpfen zu verwenden, hat schon Hoffmann vorgeschlagen, einzelne Brennkammern der Quere oder Höhe nach durch Einbau von Wänden bzw. von besonderen Deckengewölben in zwei Abschnitte zu zerteilen und während einer dieser dem normalen Betriebe zur Verfügung steht, in dem anderen das Dämpfen vorzunehmen. — Naturgemäß lassen sich hier aber auch beide Teile, wenn ihre Ein- und Ausgänge geöffnet sind, zu dem Normalbetriebe heranziehen.

Unter dem „Engobieren“ der Steine wird das Aufbringen eines oft von der Steinfarbe abweichenden, feinen und gleichmäßigen Tonüberzuges verstanden, der der Stein außen- bzw. Oberfläche ein matt geflossenes Aussehen mit wachsartigem Glanze verleiht und in erster Linie zur Verschönerung des Steins, daneben zur Erhaltung desselben dient. Hierbei ist darauf zu achten, daß, um Absprengungen und Risse zu verhindern, die feine Tonschicht und die Steinmasse genau gleiche Ausdehnungs- und Schwindungsmaße aufweisen. Wird die Engobenschicht auf den ungebrannten Stein aufgetragen, so ist gestellt auf die gleiche Garbrandtemperatur zur festen Verbindung von Scherben und Überzug zu achten; vielfach wird der Überzug auf den bereits fertig gebrannten, vorher durch Abbürsten oder Abstäuben zu reinigenden Stein aufgebracht und dieser nochmals bis zum Schmelzen der Engobenschicht in den Brennofen, gestellt.

Das Aufbringen der Schicht selbst erfolgt durch Übergießen oder Eintauchen, seltener durch Auftragen mit dem Pinsel (bei sehr dünner Schicht auch durch Aufblasen), wobei der Stein das Wasser begierig aufsaugt und der Engobeton sich in gleichmäßiger Schicht absetzt. Auch läßt sich — nach dem Verfahren von Pollack — die Engobe gleich bei der Formung des Tonstranges in der Art aufbringen, daß dieser in der betreffenden Fläche durch ein geripptes, in das Mundstück eingeführtes Blech mit Längsriefen versehen wird, die eine gleichmäßige Verteilung und gute Bindung des

Engobentons bewirken, der von einem oberhalb des Mundstückes angebrachten, mit Preßschnecke versehenen Gefäß gleichmäßig auf den Tonstrang herabfließt. —

Bei dem „Glasieren“ der Tonwaren entsteht auf deren Oberfläche eine glänzende, glasartige, mehr oder weniger durchsichtige (bei Steinen meist undurchsichtige), in der Regel lebhaft gefärbte Oberflächenschicht, die vollkommen dicht und frei selbst von feinsten Rissen sein muß; hat doch die Erfahrung gezeigt, daß eine gesprungene Glasur die Zerstörung der Steinaußenfläche in hohem Grade unter der Einwirkung von Wasser und Frost befördert. Aus dem gleichen Grunde ist auch hier ganz besonders auf gleiches Schwind- und Dehnungsmaß von Stein und Glasurschicht zu achten. Hat die Glasur eine kleinere Ausdehnungszahl als der Stein, so werden in ersterer Druckspannungen eintreten, die ein Abplatzen von Teilen der Deckschicht zur Folge haben werden, während bei stärkerer Ausdehnung der Deckschicht gegenüber dem Stein in dieser Risse auftreten können.

Glasuren sind im allgemeinen künstliche Vereinigungen verschiedener Basen mit Kieselsäure, oder an deren Stelle Borsäure und als Farbenspender wirkenden Metall-oxyden, welche, wie Gläser, in der Hitze schmelzen, sich mit der unter ihnen liegenden Tonmasse verbinden und diese undurchlässig und glänzend machen; durch einen Zusatz von Zinnoxid, Bleioxid, Antimonoxid u. dergl. werden diese Gläser für die Steinglasur undurchsichtig gemacht, „Emaillen“. Von Basen kommen in Frage die oxydischen Verbindungen (oder Salze) von Eisen, Zink, Aluminium, Barium, Kali, Natrium, Kalk, Magnesium, während als Färbemittel vielfach Benützung finden: Eisenoxyd (für rot, braun, gelb) Mangansuperoxyd (braun, violett), Kobaltoxyd (blau), Kupferoxyd (grün, blau), Nickeloxyd (braun), Uran (gelb), Chrom (grün), Spießglanz (gelb) usf.; auch lassen sich durch Mischung der einzelnen Oxyde beliebige Farbtonungen hervorrufen.

Die zu verwendenden Glasurmassen müssen eine sehr weitgehende Zerkleinerung ihrer Bestandteile zeigen. Da diese von sehr ungleicher Härte sind, so müssen manche von ihnen, z. B. der Quarzsand, für sich besonders gepulvert werden. Das Mischen der einzelnen Stoffe geschieht trocken; hierbei ist bei den giftigen Bleiglasuren auf Vermeidung von Staubbildung zu achten. Es folgt dann weiter zum Zwecke völliger Homogenisierung entweder gleich ein Feinmahlen der Mischung, und zwar auf nassem Wege, oder erst ein Zusammenschmelzen der einzelnen Bestandteile mit nachfolgendem Zermahlen und Schlämmen.

In der Regel bedingt ein jeder Ton auch besondere, oft durch ausgedehnte Versuche festzulegende Glasuren. — Ihr Aufbringen erfolgt seltener in Staubform auf die frisch geformten Steine, als durch Aufgießen der mit Wasser zu einer dünnflüssigen Masse vereinigten Glasurstoffe, vorwiegend auf die schon gebrannten Steine.

Die hellbraune, sehr dünne, aber sehr feste Glasur, welche z. B. die Tonrohre aufweisen, wird dadurch erzeugt, daß nach Erreichung der Gartemperatur Kochsalz in die Glut geschüttet wird; hier verdampft es und zersetzt sich mit den glühenden Waren unter Ausscheidung von Natrium auf der Oberfläche dieser, hierbei mit dem Ton eine sehr widerstandsfähige Glasur bildend.

## Kapitel XVIII.

## Die Ziegelwaren und ihre Eigenschaften.

## § 57. Mauersteine.

Hier kommen in Frage: a) Die gewöhnlichen normalen Mauersteine und die aus ihnen abgeleiteten Unterformen, b) poröse Steine, c) besondere Formsteine, d) Verblender aller Art und zugehörnde Hohlsteine, e) Klinker, f) feuerfeste (Chamotte) Steine.

a) Die gewöhnlichen Mauersteine, auch Hintermauerungssteine genannt, haben fast in ganz Deutschland ein Normalformat von 25.12.6,5 cm; ihr Inhalt beträgt 1,95 cdm, ihr Gewicht 2,7—3,1 kg, je nach dem zwischen 1,4 und 1,6 schwankenden Raumgewichte. Die Farbe ist je nach den Tonbeimengungen weißlich, grau, gelblich, bis ins tiefste Rot übergehend. Bei einer Stärke der Lagerfuge von 1,2 cm werden 13 Schichten auf 1 m Höhe gerechnet. Zur Umrechnung der Schichthöhen in Meter-Maß kann von der angefügten Tabelle a Gebrauch gemacht werden, während Tabelle b die Mauerlängen nach Köpfen in Metern berechnet.

Tabelle a.

Anzahl d. Schichten	Höhe in Metern										
1	0,077	26	2,002	51	3,927	76	5,852	101	7,777	126	9,702
2	0,154	27	2,079	52	4,004	77	5,929	102	7,854	127	9,779
3	0,231	28	2,156	53	4,081	78	6,006	103	7,931	128	9,856
4	0,308	29	2,233	54	4,158	79	6,083	104	8,008	129	9,933
5	0,385	30	2,310	55	4,235	80	6,160	105	8,085	130	10,010
6	0,462	31	2,387	56	4,312	81	6,237	106	8,162	131	10,087
7	0,539	32	2,464	57	4,389	82	6,314	107	8,239	132	10,164
8	0,616	33	2,541	58	4,466	83	6,391	108	8,316	133	10,241
9	0,693	34	2,618	59	4,543	84	6,468	109	8,393	134	10,318
10	0,770	35	2,695	60	4,620	85	6,545	110	8,470	135	10,395
11	0,847	36	2,772	61	4,697	86	6,622	111	8,547	136	10,472
12	0,924	37	2,849	62	4,774	87	6,699	112	8,624	137	10,549
13	1,001	38	2,926	63	4,851	88	6,776	113	8,701	138	10,626
14	1,078	39	3,003	64	4,928	89	6,853	114	8,778	139	10,703
15	1,155	40	3,080	65	5,005	90	6,930	115	8,855	140	10,780
16	1,232	41	3,157	66	5,082	91	7,007	116	8,932	141	10,857
17	1,309	42	3,234	67	5,159	92	7,084	117	9,009	142	10,934
18	1,386	43	3,311	68	5,236	93	7,161	118	9,086	143	11,011
19	1,463	44	3,388	69	5,313	94	7,238	119	9,163	144	11,088
20	1,540	45	3,465	70	5,390	95	7,315	120	9,240	145	11,161
21	1,617	46	3,542	71	5,467	96	7,392	121	9,317	146	11,238
22	1,694	47	3,619	72	5,544	97	7,469	122	9,394	147	11,315
23	1,771	48	3,696	73	5,621	98	7,546	123	9,471	148	11,392
24	1,848	49	3,773	74	5,698	99	7,623	124	9,548	149	11,469
25	1,925	50	3,850	75	5,775	100	7,700	125	9,628	150	11,546

Tabelle b.

Kopffzahl	Meter										
1	0,12	21	2,72	41	5,32	61	7,92	81	10,52	101	13,12
2	0,25	22	2,85	42	5,45	62	8,05	82	10,65	102	13,25
3	0,38	23	2,98	43	5,58	63	8,18	83	10,78	103	13,38
4	0,51	24	3,11	44	5,71	64	8,31	84	10,91	104	13,51
5	0,64	25	3,24	45	5,84	65	8,44	85	11,04	105	13,64
6	0,77	26	3,37	46	5,97	66	8,57	86	11,17	106	13,77
7	0,90	27	3,50	47	6,10	67	8,70	87	11,30	107	13,90
8	1,03	28	3,63	48	6,23	68	8,83	88	11,43	108	14,03
9	1,16	29	3,76	49	6,36	69	8,96	89	11,56	109	14,16
10	1,29	30	3,89	50	6,49	70	9,09	90	11,69	110	14,29
11	1,42	31	4,02	51	6,62	71	9,22	91	11,82	111	14,42
12	1,55	32	4,15	52	6,75	72	9,35	92	11,95	112	14,55
13	1,68	33	4,28	53	6,88	73	9,48	93	12,08	113	14,68
14	1,81	34	4,41	54	7,01	74	9,61	94	12,21	114	14,81
15	1,94	35	4,54	55	7,14	75	9,74	95	12,34	115	14,94
16	2,07	36	4,67	56	7,27	76	9,87	96	12,47	116	15,07
17	2,20	37	4,80	57	7,40	77	10,00	97	12,60	117	15,20
18	2,33	38	4,93	58	7,53	78	10,13	98	12,73	118	15,33
19	2,46	39	5,06	59	7,66	79	10,26	99	12,86	119	15,46
20	2,59	40	5,19	60	7,80	80	10,39	100	12,99	120	15,59

Für 1 cbm aufgehendes Mauerwerk sind 400 Ziegel, für 1 cbm Gewölbe 415 Steine erforderlich. 1000 Ziegel verlangen 0,55—0,70 cbm oder 1 cbm volles Mauerwerk i. M. 0,28 cbm Mörtel. Das Gewicht eines cbm Mauerwerk beträgt etwa 1600 kg. 1 m Rollschicht verlangt 13 Ziegel und 0,01 cbm Mörtel; 1 qm flachverlegtes Ziegelpflaster erfordert 30, bei Hochkantlage 50 Ziegel. Über das Gewicht von 1 qm verschieden starker Mauern in Normalsteinen, einschließlich eines beiderseitigen Putzes von je 1,5 cm und die erforderlichen Materialmengen gibt nachfolgende Zusammenstellung Auskunft.

Wandstärke		Erforderlich sind		Gewicht kg	Für 1 cbm Mauer werden an Ziegeln gebraucht
Stein	cm	an Ziegeln Stück	an Mörtel cbm		
1/2	12	50	0,035	250	417
1	25	100	0,070	450	400
1 1/2	38	150	0,105	650	395
2	51	200	0,140	850	392
2 1/2	64	250	0,175	1050	391
3	77	300	0,210	1250	390
3 1/2	90	350	0,245	1450	389
4	103	400	0,280	1650	388

1 cbm gewöhnliches Ziegelmauerwerk verlangt etwa 1,2 Tagesschichten eines Maurers und eines Handlangers; hieraus ergeben sich unter Einführung der ortsüblichen Löhne die Herstellungskosten.

Außer dem Normalformate kommen neben diesem in Nordwestdeutschland noch die folgenden Formate vor:

22,0 . 20,5 . 5,0 cm	(Oldenburger Format).
23,0 . 11,0 . 5,5 cm	(Kieler Format).
20,0 . 20,0 . 5,0 cm	} (Hamburger Format).
21,5 . 9,5 . 5,3 cm	
22,0 . 10,5 . 5,6 cm	

In Bayern:

32—34 . 16—16,2 . 6,0—6,7 cm,

in Württemberg:

30,0 . 14,3 . 7,2 cm,

in Baden:

27,0 . 13,5 . 6,0 cm.

Daneben wird in neuerer Zeit für Monumentalbauten das früher vielfach verwendete Klosterformat bevorzugt, mit Abmessungen von 28,5 . 13,5 . 8,5 cm und Stoß- wie Lagerfugen von je 1,5 cm Stärke d. h. 10 Schichten auf ein Höhenmeter.

Das österreichische Normalformat ist: 29,0 . 14,0 . 6,5 cm mit einem Inhalt von: 2,64 cbdc m und 4,0—5,3 kg Gewicht. Auf 1 cbm aufgehendes Mauerwerk sind hiervon 300, auf 1 cbm Gewölbemauerwerk 360 Steine zu rechnen.

Wird die Länge des normalen Ziegelsteines mit  $l$ , seine Breite mit  $b$ , seine Stärke mit  $d$  bezeichnet, so findet seine Form als Ganz- oder Vollstein in dem Ausdrucke ( $l . b . d$ ) ihre Bezeichnung. In gleichem Sinne erklären sich bei Teilung des Normalsteines die Benennungen:

Dreiquartier =  $\frac{3}{4} l . b . d$  . — Dreiviertelstein

Zweiquartier =  $\frac{1}{2} l . b . d$  . — halber Stein

Einquartier =  $\frac{1}{4} l . b . d$  . — Viertelstein

Riemchen oder Längsquartier =  $l \frac{b}{2} \cdot d$

Dreiviertelriemchen =  $\frac{3}{4} l . \frac{b}{2} \cdot d$ .

Ein guter Stein soll hell klingen, frei von Kalk-, Steinstückchen und sonstigen groben Verunreinigungen sein, ebene Flächen und gerade Kanten zeigen, einen gleichmäßig feinkörnigen Bruch aufweisen, weniger als 16% seines Gewichts an Wasser aufnehmen, schnell austrocknen, bei atmosphärischen Einflüssen weder abblättern noch ausblühen, auch nicht vom Feuer zerstört werden usw. Nicht selten werden mehrere Klassen gewöhnlicher Ziegel unterschieden; hierbei werden in Klasse I nur solche gerechnet, deren Abmessungen gegenüber dem Normalformat für die Länge um  $< 1$  cm, für die Höhe und Breite um  $< \frac{1}{2}$  cm abweichen, und bei denen weniger als 12% abweichende Steine in der gesamten Masse sich finden.

Die Druckfestigkeit der Steine soll  $> 200$  kg/qcm sein; vielfach werden auch nach der Festigkeit drei Klassen unterschieden:

Klasse	I	Druckfestigkeit =	150—200 kg/qcm	(Schwachbrandsteine)
„	II	„	= 200—300	„ (Mittelbrandsteine)
„	III	„	> 300	„ (Hartbrandsteine, fälschlich auch Klinker genannt).

Klasse III ist namentlich an, der Feuchtigkeit ausgesetzten Stellen oder bei stark belasteten Mauern, Gewölben, Pfeilern, im Ingenieurbau bei Wasser-, Brücken- und Tiefbauten zu verwenden, während Klasse II ein zweckmäßiges Material für Umfassungsmauern, Balken tragende Wände, Brandmauern, Decken, Gewölbe und Pfeiler mittlerer Belastung usf. darstellt, und Klasse I sich für Ausführung von leichten Zwischenmauern, überhaupt gering belasteten Bauteilen eignet.

b) Poröse Steine — Luftziegel — und Hohlsteine. Zur Gewichtsverminderung der Steine werden dem Tone leichte Stoffe zugefügt, welche beim Brennen von den Feuergasen verzehrt werden und über den Steinquerschnitt gleichmäßig verteilte Poren zurücklassen; als derartige Zusatzstoffe kommen in Frage: Lohe, Sägespäne, Braun- oder Steinkohlengruß Torfmull u. a. m. Besitzt der Stein nach dem Brande etwa 50% Hohlräume, so wiegt er im deutschen Normalformat rund 2,0 kg. Die Steine haben etwa die halbe Tragkraft (bis 60%) gleich guter Schwachbrandnormalsteine; sie sind, obwohl sie wegen ihres Porenreichtums ein besonders hygienisches und die Wärme schlecht leitendes Baumaterial darstellen, wegen ihrer Wasseraufsaugung nicht überall verwendbar; auch zeigen sie, der Witterung ausgesetzt, leicht Ausblühungen, in der Regel aus Alkalikarbonaten bestehend; sie sind demgemäß an Außenflächen nur in Verbindung mit einem schützenden Zementputze zu verwenden.

In noch höherem Grade dienen zur Gewichtsverminderung Hohlsteine, welche, ebenso wie bei den später zu behandelnden Verblendern, auch bei den gewöhnlichen Normalsteinen vorkommen und nebenbei den Vorteil eines schnellen Austrocknens der Mauer gewähren. Die prismatischen, seltener zylindrischen Aussparungen, verlaufen hier sowohl der Länge nach (Läufer), als auch nach der Quere (Binder) und nur bei Ecksteinen zwischen den Lagerflächen<sup>1)</sup>. Die Wandstärke soll, wenn es sich nicht gerade um ganz wenig belastete, sehr leichte Mauern handelt > 1 cm, besser 2—2,5 cm betragen. 1 cm dünnwandiger Steine wiegt etwa 1000, dickwandiger 1200 kg, der einzelne Stein rund 2,0—2,4 kg.

Über die Hohlsteine zur Herstellung ebener Steindecken vgl. die Mitteilungen unter c) — besondere Formsteine —.

c) Als besondere Formsteine, die den unter a) genannten Steinen nahe stehen, sind zu nennen: Pfeilersteine, Abb. 105a—b, Gewölbesteine, Abb. 106, Brunnensteine, namentlich bei den Bauten des städtischen Tiefbaus verwendet, Abb. 107, im Grundriß keilförmig zulaufend, Kaminsteine, Abb. 108—113, teils massiv, teils mit Hohlräumen versehen, Hohlpfeilersteine, auch zu Ummantelungen von Eisensäulen verwendbar, Abb. 114ab, Steine zur Herstellung dünner Wände, bzw. zur Ausfachung von Holzgerippen und dergl., Abb. 115, ferner die verschiedensten Steinformen zur Erzeugung ebener Decken, die heute zu mehr als hundert verschiedenen Bauweisen führen und naturgemäß in ihrer Gesamtheit hier nicht erwähnt werden können; entweder sind sie derartig geformt, daß sie — und zwar lauter gleichartige Steine — durch Nuten und

1) Bei dieser Anordnung der Öffnungen würde bei allgemeiner Durchführung ein starker Mörtelverlust und ein ungleichmäßiges Setzen des Mauerwerkes eintreten, da hier der Mörtel in die Aussparungen des Steines hineindringt.

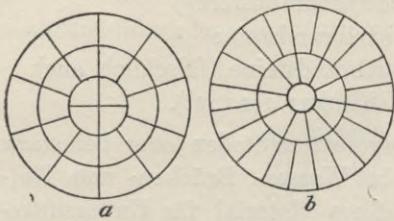


Abb. 105 a u. b.

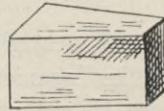


Abb. 106.



Abb. 107.



Abb. 108.

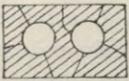
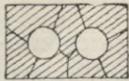


Abb. 109.



Abb. 110.

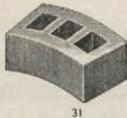


Abb. 111.



Abb. 112 a u. b.

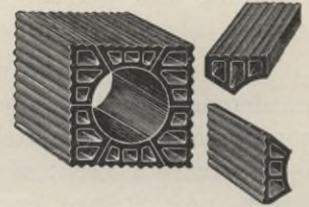


Abb. 113 a—c.



Abb. 114 a u. b.

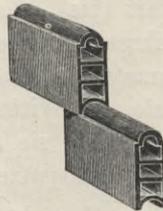


Abb. 115.

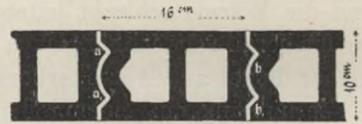


Abb. 116.



Abb. 117.

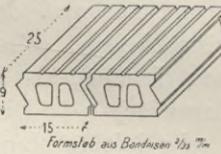


Abb. 118 a u. b.

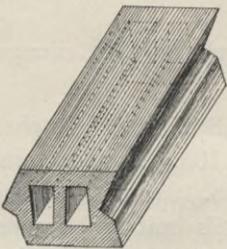
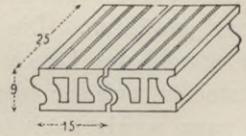


Abb. 119.

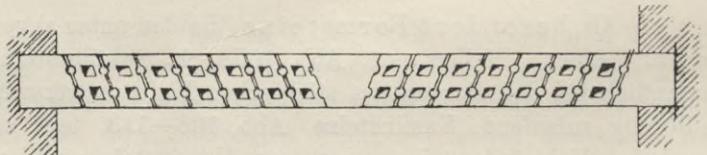


Abb. 120 a.

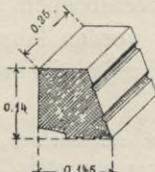
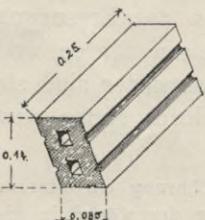


Abb. 120 b—d.

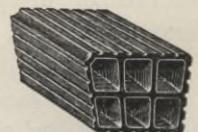
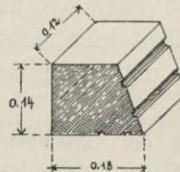


Abb. 121.

Federn sich gegenseitig festhalten und eine scheidrechte Decke bilden, z. B. Abb. 116 (System Mesch), Abb. 117 (Albrecht), Abb. 118a<sup>1)</sup> und b (Körting), Abb. 119 (Förstersche Decke) usw., oder daß ein Teil der Steine keilförmig bzw. rhombisch ist, die Steine selbst also verschiedene Gestaltung haben, Abb. 120a—d (Puldas Decke), Abb. 121 (System der Ullersdorfer Tonwerke)<sup>2)</sup>, Abb. 122 (Wingensche Decke) u. a. m. Hierher gehören auch die Hourdi-Steine, Abb. 123—126, welche aus einzelnen, meist 20—30 cm breiten, festen, schräg abgeschnittenen Ziegelbalken bestehen und zur Bildung einfacher, gut tragfähiger und billiger sowie hygienisch wertvoller, ebener Decken dienen; hierbei können die einzelnen plattenförmigen Steine mit der Schräge nach unten, aber auch nach oben gekehrt Anwendung finden, Abb. 124 u. 125 bzw. Abb. 126; während sie sich im ersten Falle gegen besondere, dem Träger angepaßte, einfache oder kastenförmige Anfänger lehnen, liegt im zweiten Falle der Hourdi unmittelbar auf den Trägerflächen auf, nach oben oft (zweckmäßig)<sup>3)</sup> durch eine Betonüberdeckung verstärkt.

Hierher gehört auch die Gruppe der zur Deckenbildung in Ställen benutzbaren „Stallsteine“ Abb. 127—128, sowie in einem gewissen Sinne auch — Abb. 129 — die patentamtlich geschützten Drahtziegel von P. Stauß und H. Ruff zu Kottbus, welche kleine, fest auf ein Drahtnetz gepreßte und durch Brennen gefestigte, kreuzförmige Tonkörper zeigt, die zur Ummantelung eiserner Träger — als hervorragender Feuerschutz, als feuerfester Deckenputz sowie zur Konstruktion feuersicherer Decken, Wände, Gewölbe, Fußböden usw. eine ausgebreitete Anwendung finden und zwar ebenso einfach an Holz- wie an Eisenteilen angeschlossen werden können..

1) Bei der Deckenausbildung in Abb. 118 a ist eine Eiseneinlage aus, der Steinform angepaßten Bandeisen vorhanden.

2) Haben alle Steine bis auf die Kämpfersteine die gleiche Keilform, so entsteht ein normales Gewölbe.

3) Wie hoch die Tragfähigkeit guter Hourdis ist, mag daraus entnommen werden, daß die in Abb. 126 b dargestellte Decke eine Bruchlast von 6741 kg für das qm bei einer Freilage der Hourdis von 0,90 m erreichte. Über die Zahl der Hourdis und Anfänger für 100 qm Deckenfläche, desgl. die den einzelnen Spannweiten der Trägerfelder entsprechenden Hourdi-Längen gibt die nachfolgende Zusammenstellung Auskunft:

Zahl der Hourdis und Anfänger für 100 qm Deckenfläche bei 25 cm Breite.

Spannweite der Trägerfelder	Gesamtlänge der Felder	Decken ohne Anfänger		Decken mit Anfänger		
		Hourdis		Länge der Hourdis	Zahl der	
		Länge	Zahl		Hourdis	Anfänger
m	m	m		m		
0,50	200,00	0,50	800	0,40	800	2000
0,55	182,90	0,55	728	0,45	720	1820
0,60	166,75	0,60	667	0,50	667	1668
0,65	154,00	0,65	616	0,55	616	1540
0,70	143,00	0,70	572	0,60	572	1430
0,75	133,50	0,75	534	0,65	534	1336
0,80	125,00	0,80	500	0,70	500	1250
0,85	117,75	0,85	471	0,75	471	1178
0,90	111,25	0,90	445	0,80	445	1112
0,95	105,50	0,95	422	0,85	422	1056
1,00	100,00	1,00	400	0,90	400	1000
1,05	95,25	1,05	381	0,95	381	952
1,10	91,00	1,10	364	1,00	364	910

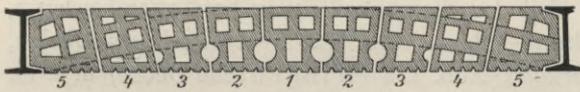


Abb. 122.

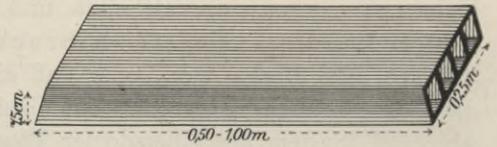


Abb. 123.

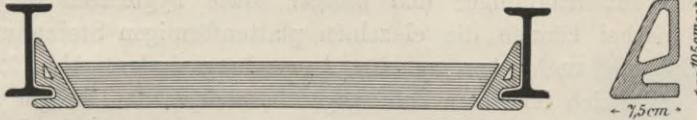


Abb. 124 a u. b.

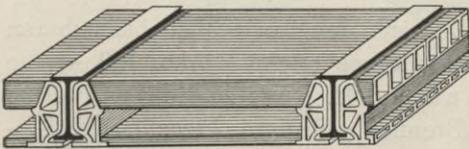


Abb. 125.

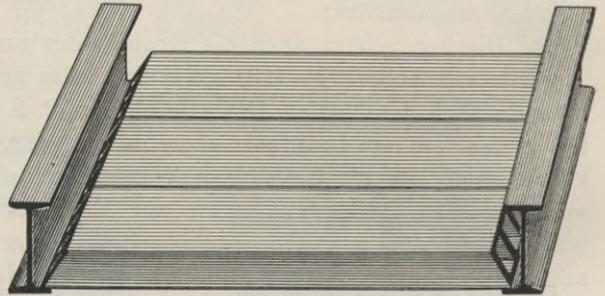


Abb. 126 a.

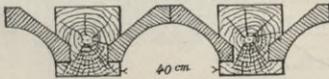


Abb. 127.

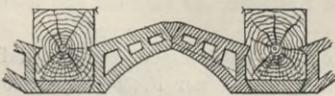


Abb. 128.

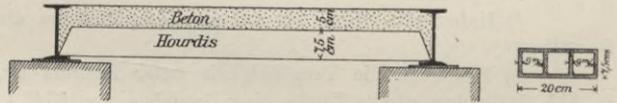


Abb. 126 b u. c.

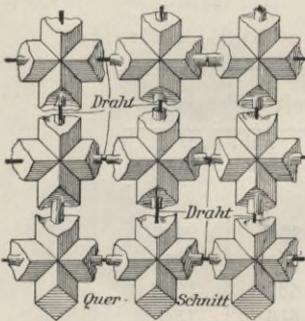


Abb. 129.

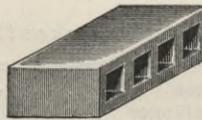


Abb. 130 a.

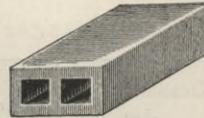


Abb. 131 a.

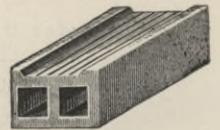


Abb. 132.

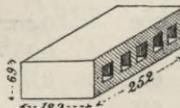


Abb. 130 b.

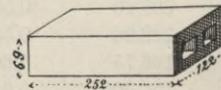


Abb. 131 b.



Abb. 133.

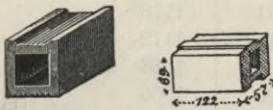


Abb. 134 a u. b.

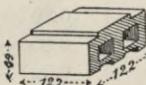
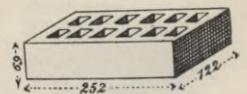


Abb. 135.



Abb. 136 a u. b.



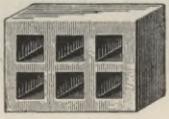


Abb. 137 a u. b.



Abb. 138.

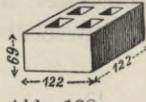


Abb. 139.

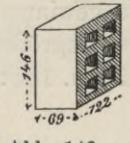


Abb. 140.

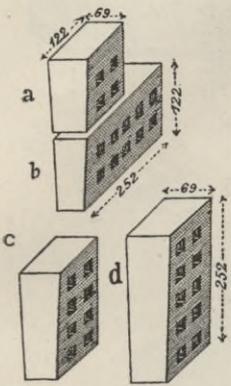


Abb. 141 a—d.

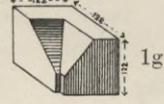
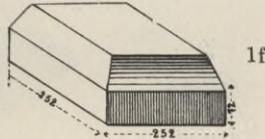
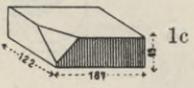
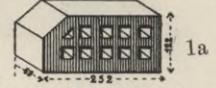
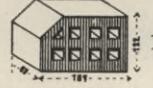


Abb. 142 a—l.

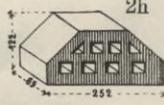
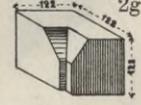
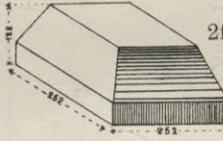
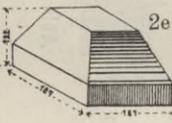
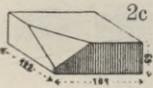
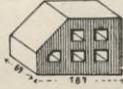
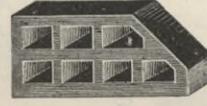


Abb. 143 a—l.

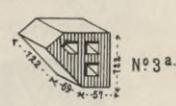
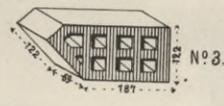
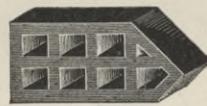


Abb. 144 a—d.

d) Verblender. Infolge des sehr gleichmäßigen und bestens vorbereiteten Tons und der sehr genauen Formung (gegebenenfalls durch Nachschneiden oder Nachpressen) sind Verblender Steine mit durchaus scharfen Kanten, geraden Ecken und ebenen Flächen, gleichmäßiger Färbung und recht regelmäßigen Größenabmessungen<sup>1)</sup>; sie werden voll oder — zum Ersparen von Rohmaterial und Eigengewicht — hohl hergestellt, oft, zur Erzielung eines größeren Reibungswiderstandes, auf den Lagerflächen, mit Vertiefungen, Rillen und dergl. versehen. Da, dem Beschlusse des deutschen Vereins zur Fabrikation von Ziegeln zufolge, beim Vermauern alle Fugen eine gleiche Stärke von 8 mm aufweisen sollen, so ist es notwendig, um an die Normalziegel (vgl. unter a.) Anschluß

1) Bei guten Steinen sollen höchstens Abweichungen von  $\pm 1$  mm vorkommen.



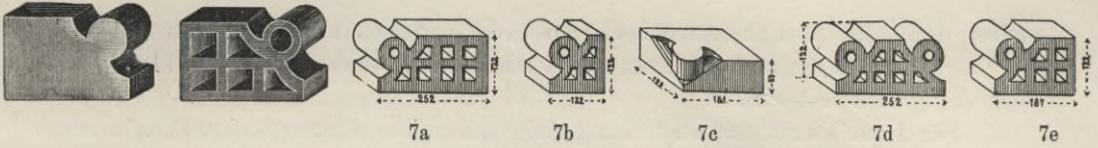


Abb. 148 a—g.

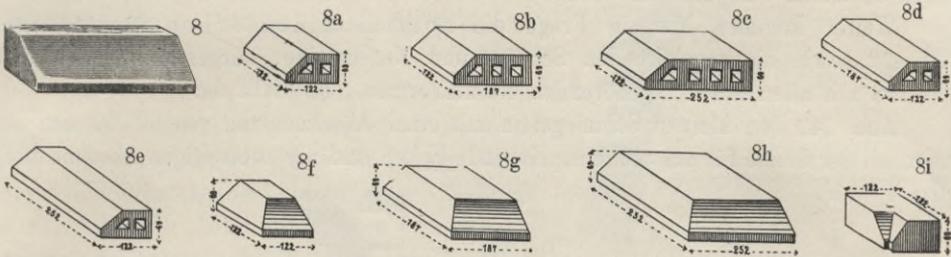


Abb. 149 a—k.

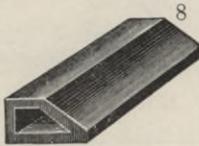


Abb. 149 l.

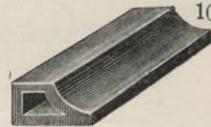


Abb. 151 a.

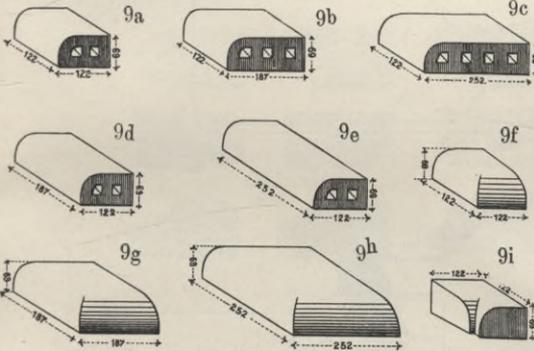


Abb. 150 a—i.

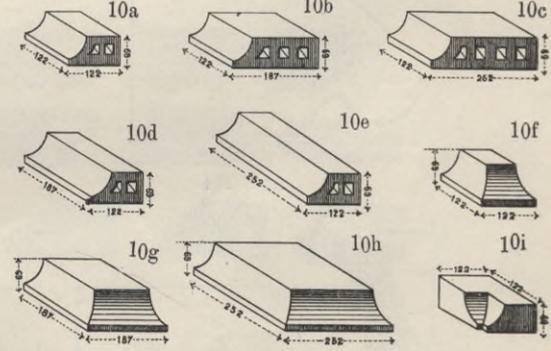


Abb. 151 a—k.

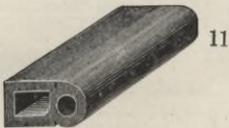
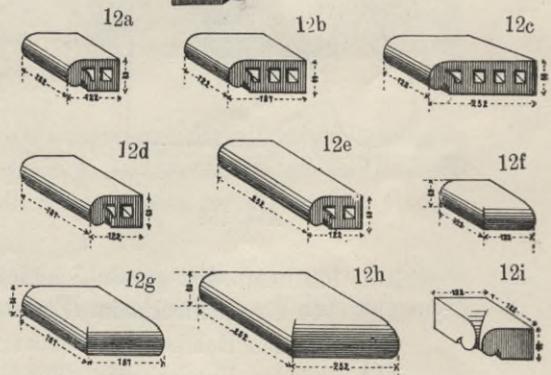
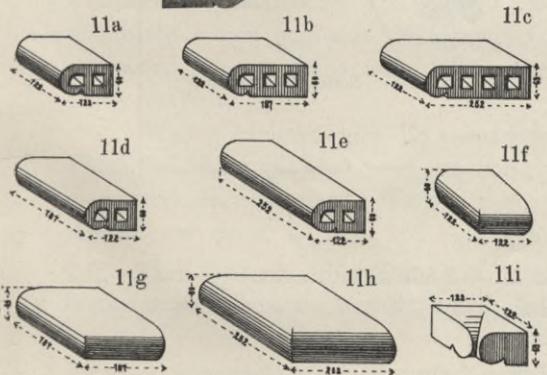


Abb. 152 a—k.



Abb. 153 a—k.



steine, Abb. 140, zwei Schichten hoch, sowie die normalen Keilsteine, Abb. 141a—d,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$  und  $\frac{4}{4}$  Größe, und zwar keilförmig gestaltet sowohl nach der kleinen wie nach der großen Seitenfläche.

Für 1 qm Verblender, aus ganzen und halben Steinen hochgeführt, werden 75 Stück Verblender und 0,052 cbm Mörtel gebraucht, desgl. aus Halben- und Viertelsteinen 50 Stück von jeder Art und 0,04 cbm Mörtel.

Weiter kommen hier in Frage die normalen deutschen Formsteine Nr. 1—12 sowie die zugehörigen Schräg- und Nasensteine, dargestellt in den Abb. 142—158 mit allen ihnen zugehörigen Normalformen. Es stellt dar:

Abb. 142 den kleinen Schmiegestein mit einer Abschneidung von 50 . 50 mm einschließlich der Steine für aus und einspringende Ecken und der zweiseitigen Abschneidung. (Form 1—1h).

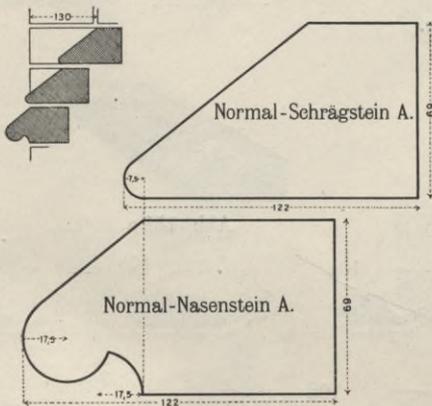


Abb. 154.

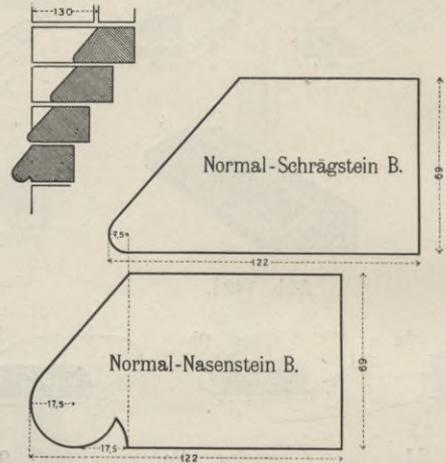


Abb. 155.

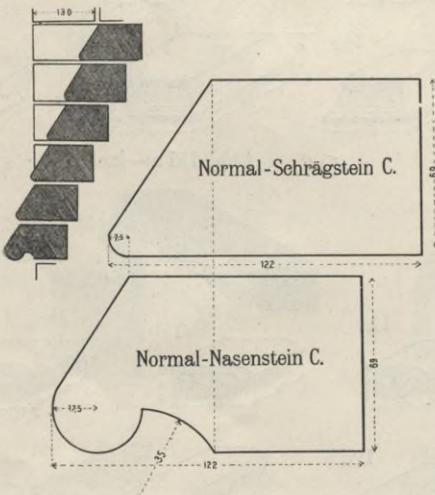


Abb. 156.

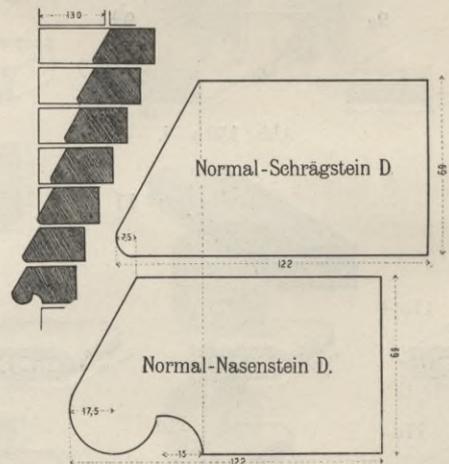


Abb. 157.

Abb. 143 desgl. den großen Schmiegestein mit 75 mm Eckfortnahme. (Form 2—2h).

Abb. 144 den Fünfeckstein. (Form 3—3a).

Abb. 145 den Hohlkehlstein. (Form 4—4h.)

Abb. 146 den Rundeckstein. (Form 5—5h).

Abb. 147 den Rundstabstein mit abgerundeten Ecken (Form 6—6 d).

Abb. 148 den Rundstabstein mit eingekehlten Ecken (Form 7—7 e).

Abb. 149 den Abwässerstein (Form 8 a—8 i).

Abb. 150 den Rundkantstein (Form 9 a—9 i).

Abb. 151 den Hohlkantstein (Form 10 a—10 i).

Abb. 152 den Wulststein (Form 11 a—11 i).

Abb. 153 den Wassernasenstein (Form 12 a—12 i).

Die in Abb. 154—158 dargestellten, zusammengehörenden Normalschrägsteine und Nasensteine A—E unterscheiden sich durch die immer steiler verlaufende Richtung der Abschrägung. Während bei Form A (Abb. 154) 2 Schichten um 130 mm zurückgehen, kommen bei B (Abb. 155) 3, bei C (Abb. 156) 4, bei D (Abb. 157) 5 und endlich bei E (Abb. 158) 6 Schichten in Frage; auch hier werden entsprechende Steine für ein- und auspringende Ecken geliefert. —

Neben diesen Normalsteinen gibt es naturgemäß noch eine sehr große Anzahl aller möglichen Form- und Profilsteine, die von den einzelnen Ziegelwerken in oft großer Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit geliefert werden;

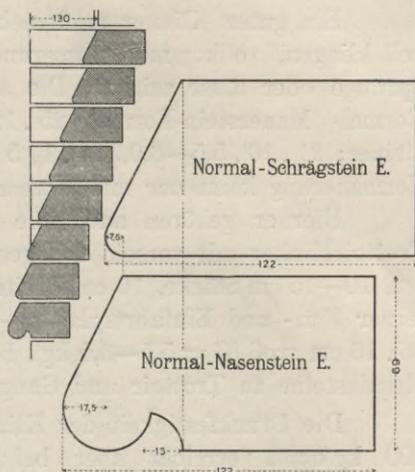


Abb. 158.

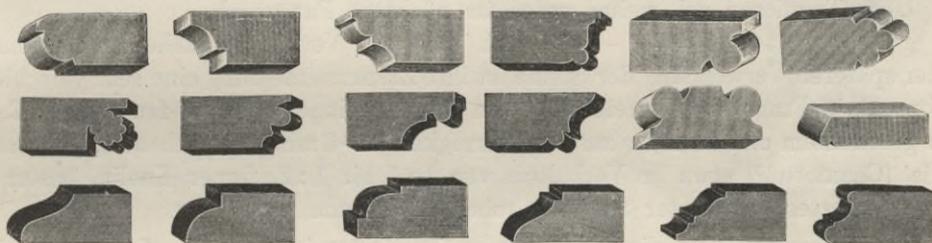


Abb. 159.

hierüber geben die Profilhäfte dieser Auskunft. In Abb. 159 sind eine Anzahl häufiger vorkommender Formsteine nach dem Profilbuche der Kunstziegel- und Tonwaren-Fabrik zu Nieder-Ullersdorf (Kreis Sorau, N.-L.) zusammengestellt.

Einen eigenartigen Verblender stellen in der Form eines „Hakenverblenders“ (DRP. 77373) für 2 oder mehr Schichten Abb. 160 a—c dar; der Stein ermöglicht, der normalen Mauerung sich anschließend, eine wirkungsvolle, billige und dabei solide Verblendung<sup>1)</sup>.

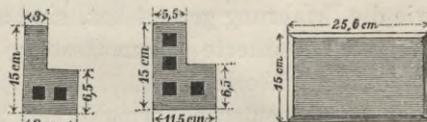


Abb. 160 a—c.

Weiter kommen hier die verschiedensten Formensteine der einzelnen Baustile in Frage, vgl. Abb. 161 a—k — Formsteine, wie sie z. B. im Anschluss an ein Verblendmauerwerk die Ullersdorfer Werke liefern. Endlich seien Steine zur Bildung von Gartenmauern und dergl. — Abb. 162 — erwähnt.

f) Klinker. Hierunter sind vollkommen gesinterte, also im Innern verglaste Steine zu verstehen, die aus stark kalk- und sandhaltigen, daneben auch glimmerreichen

<sup>1)</sup> Gewerkschaft-Grube Theresia Hermülheim bei Köln a. Rh.

Rohmaterialien durch starken Brand erzeugt sind. Fälschlich werden in der Bau- praxis, namentlich im Tiefbau, gewöhnliche, sehr hart und fest gebrannte Steine aus der Wertklasse III mit dem Namen Klinker bezeichnet.

Ein guter Klinker muß neben dem „geflossenen“ Aussehen seines Querschnittes hell klingen, vollkommen wasserundurchlässig sein und genaue Form ohne irgendwelche Sprünge oder Risse zeigen. Die Abmessungen der Klinker entsprechen entweder dem Normal- Mauerstein-Format 25 . 12 . 6,5, wiegen alsdann rund 3,5 kg oder sie sind kleiner: 21 . 10 . 5,5—6,0, 24 . 11,5 . 5,5 (in der Berliner Gegend viel verwandt). Ihre Vermauerung kann nur mit reinem oder verlängertem Zementmörtel erfolgen.

Hierher gehören auch die aus dem gleichen Material gefertigten Straßen- und Trottoirklinker mit verschieden gestalteter Oberfläche, Abb. 163 a—e und Abmessungen von 10—15 cm Stärke, 10 cm Breite, etwa 20 cm Länge und Gewichten von 4,0—6,5 kg, ferner Flur- und Einfahrtsplatten — Abb. 164 a—f, meist 6—7 cm stark, 20 . 20 bzw. 16 . 16 cm groß ( $G = 5,5—3,5$  kg), Bordsteine — Abb. 165, Rinnensteine Abb. 166, weiße Mosaiksteine zu Trottoir und Gangbefestigung 10 . 5 . 5 cm — Abb. 167 uf.

Die Druckfestigkeit der Klinker soll über 200 kg/qcm liegen; sie beträgt i. M. 400 kg/qcm, erreicht aber bei manchen besonders guten Fabrikaten Größen von  $> 1000$  kg/qcm<sup>1)</sup>.

Die Verwendung der Klinker erstreckt sich vorwiegend auf den Ingenieurbau, namentlich auf Wasser- und Straßenbauten, daneben auf die Befestigung der Oberflächen von Höfen, auf Pflaster in Einfahrten, Ställen usw.

Über Tonfliesen vgl. weiter unten im nächsten Paragraph.

g) Chamottesteine. — Je nach dem zur Verfügung stehenden Rohmaterial und der späteren Verwendung der Steine ist ihre Zusammensetzung eine sehr verschiedene; hier kommt in Frage eine Vereinigung von rohem, feingemahlenem feuerfestem Ton mit vorher gebranntem und dann bis zur Grobkörnigkeit (2—3 mm) zerbrochenem, gleichartigem Material (Chamotte)<sup>2)</sup> etwa im Verhältnis von 1 : 1 bis 1 : 2, ferner Kaolin, bester fetter Ton, zerkleinerter gebrannter Schiefer, roher Schieferton usw.

Im allgemeinen sind die Steine um so feuerfester je mehr feuerfesten Ton sie enthalten; hiermit steigt aber auch ihr Schwindmaß, das bei sehr fettem, feuerfestem Ton bis über 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> v. H. gehen kann.

Die bis zur vollen Weißglut gebrannten, weicheren und porigen Steine ertragen in der Regel besonders hohe Temperaturen und starken plötzlichen Wechsel dieser, während sich die dichten, festen Steine weniger für eine solche Beanspruchung eignen; wie die Erfahrung gezeigt hat, sind aber gerade dichtere porenfreie, geeignet zusammengesetzte, gesinterte Chamottesteine in bezug auf Säurebeständigkeit den stark porösen Materialien überlegen.

Das deutsche Normalformat 25 . 12 . 6,5 wiegt rund 3,5 kg; daneben werden auch Teilsteine des ersteren<sup>3)</sup>, ferner die verschiedensten Keilsteine für Ofengewölbe und

1) Hier sind z. B. zu nennen die schwedischen Klinkerplatten von Skromberga.

2) An Stelle von Chamotte können auch grob gemahlene „Kapsel“scherben verwendet werden, vergl. S. 313 unter „g“.

3) Hier kommen z. B. in Frage:

25 . 12 . 2,5 (bzw. 3,5, 4,8),	} Normalform des Vereins deutsch. Ingenieure.
23 . 11,3 . 7	
25 . 12,3 . 7	
29 . 14,3 . 7	
22, 8 . 11,4 . 6,0	

englisches Format.

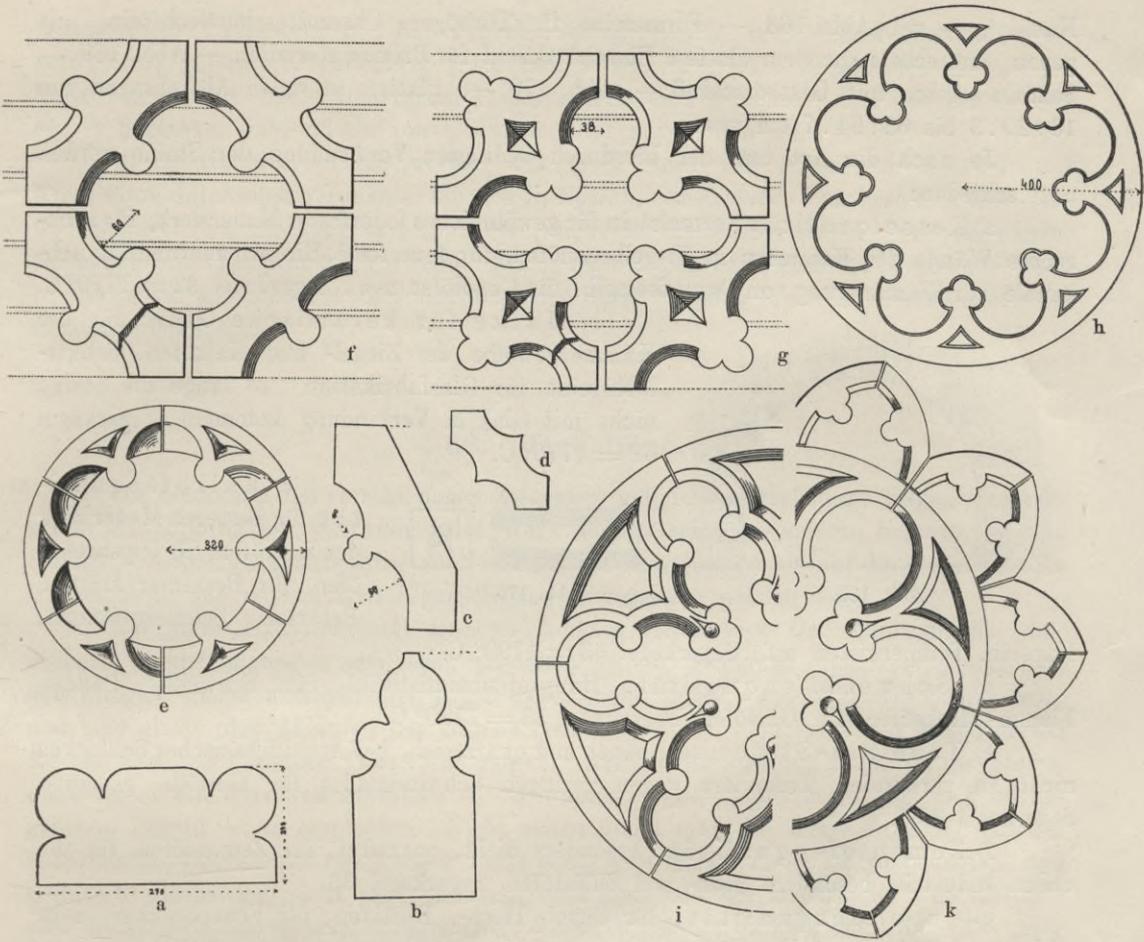


Abb. 161 a-k.



Abb. 162.

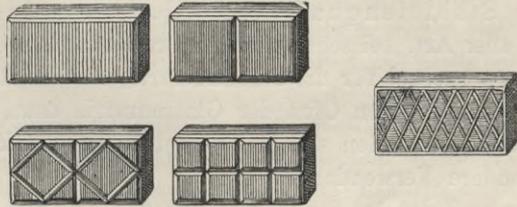


Abb. 163 a-e.



Abb. 164 a-f.



Abb. 165.

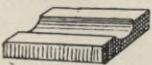


Abb. 166.

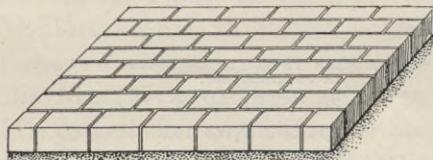


Abb. 167.

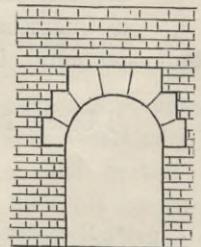


Abb. 168.

Kanäle<sup>1)</sup> — vgl. Abb. 168 — Formsteine für Türbögen, Chamotteschüttlochsteine mit genau senkrecht stehendem glattem Einschüttkanal für Brennmaterialien — Abb. 169 — Schürlochsteine mit Glasverschluß — Abb. 170 —, Platten in vielen Abstufungen von 16.20.3 bis 63.94.7 cm usw.

Je nach der Art und der hierdurch bedingten Verwendung der Steine werden unterschieden:

a) Kesselqualität Normalstein für gewöhnliches feuerfestes Mauerwerk, für senkrechte Wände der Kammern in Ziegelbrennöfen, für feuerfeste Hintermauerung, Rauchkanäle, zur Einmauerung von Dampfkesseln, für Cupolöfen usw., Segerkegel 32 = 1770° C.

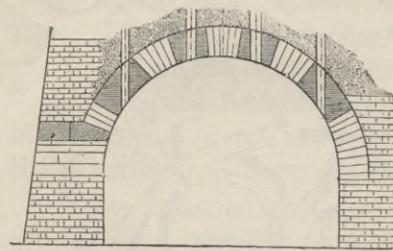


Abb. 169.

b) Marke für keramische Öfen, für die Kammergewölbe der Ziegel- und Kalköfen, Schüttlochsteine für Glasfabrikation, (so lange die Steine nicht mit Glas in Verbindung kommen), Segerkegel 32 = 1770° C.

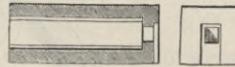


Abb. 170.

c) Kalkofenqualität für besseres Mauerwerk der Kalköfen, für Gipsbrennöfen, für Bessemer Hütten, Retorten, Schmelzpfannen,

Kapseln, Temperkisten usf., Segerkegel 33 = 1790° C.

d) Schweißofenqualität, Hauptofenbaumaterial für Schweiß-, Puddel-Flamm-, Koksöfen, für Glasöfen, Segerkegel 33 = 1790° C.

e) Tondinas-Steine, sehr sauer und quarzreich, bei Angriff basischer Schlacken nicht zu verwenden, besonders wegen geringen Schwindmaßes für Gewölbe geeignet, Segerkegel 33<sup>2)</sup>.

f) Zementofenqualität, besonders dicht, quarzfrei, für Zementöfen, für die chem. Industrie, besonders Soda- und Sulfatöfen, Segerkegel 33.

g) Cupolofenqualität, für Cupol- Hoch-, Rostöfen, für Feuerbrücken, sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkung von Schlacken, Segerkegel 34 = 1810° C.

h) Stahlofenqualität, hochbasisches, sehr tonerreiches Material für Feuerungsanlagen aller Art, bei sehr hohen Anforderungen, bei scharfen Stichflammen und schroffem Temperaturwechsel für die Stahlindustrie, für die Retortenöfen der Gasanstalten, für die stärkst beanspruchten Öfen der Glasindustrie usw., Segerkegel 35 = 1830° C.

Daneben finden sich bei den einzelnen Werken noch stets Spezialqualitäten für besondere Verwendungszwecke.

Je nach der Art der Steine schwankt ihr Preis zwischen 50—150 Mk. für 1000 Stück, während Platten vielfach mit 0,10 Mk. für 1 cdm berechnet werden. Zum Vermauern von 1000 Chamottesteinen werden etwa 500 kg feuerfester Mörtel zum Preise von 2—4 Mk. für je 100 kg erfordert. —

Als Unterarten gehören zu den Chamottesteinen noch:

α) Quarzchamottesteine, aus 1 Teil Ton und 1—2 Teilen Quarz, gepulvertem Sandstein oder dergl. hergestellt<sup>3)</sup>, auch aus Ton (1 T.), gemahlene Ziegelbrocken (2 T.) und

1) Übliche Formate sind:

25.12.6,5/5,2,

25.18.6,5/5,2,

25.12.7,8/5,3 usf.

2) Noch besser ist die Quarzqualität Segerkegel 34 = 1810° C.

3) Vergl. vorstehend unter e).

Quarz (3—5 T.) gewonnen. Die Feuerbeständigkeit der mit Wasser zusammen gemengten, geformten, vorsichtig getrockneten und bei hoher Temperatur gebrannten Steine steigt mit ihrem Quarzgehalte; sie eignen sich namentlich bei der Einwirkung saurer Schlacke, während sie von basischer stark angegriffen werden.

β) Bauxitsteine. Diese werden aus einer stark mit Eisenoxyd, daneben mit Kieselsäure durchsetzten Tonerde, die sich in Nassau, Steiermark, Frankreich, Irland usw. findet, durch Vermischung mit etwa  $\frac{1}{6}$  (ihres Gewichts) feuerfesten Tons gewonnen; sie haben eine beschränkte Verwendung und eignen sich nach Bischoff nur für Öfen, in denen sie mit schmelzenden Metallen oder deren Oxyden bzw. basischen Materialien zusammenkommen.

## § 58. Dachsteine.

Die heute von den verschiedenen Ziegeleien gelieferten Dachsteine zeigen eine sehr große Mannigfaltigkeit; fast ein jedes Werk fertigt seine besonderen Formen, so daß bei der vorliegenden Bearbeitung auch weniger auf Einzelheiten als auf die grundlegenden Unterschiede und notwendigen Eigenschaften eingegangen werden soll.

Ein guter Dachstein soll eine gleichmäßig feinkörnige Querschnittsfläche ohne gröbere Verunreinigungen aufweisen, schnell trocknen, genügend dicht sein, demgemäß hell klingen, gleich unempfindlich gegen einen nicht allzustarken Stoß wie Schlag sein, und eine glatte, das Abfließen des Regens befördernde und demgemäß das Ansetzen von Moosen usw. verhindernde Oberfläche zeigen. Deshalb ist auch ein Dämpfen der Steine, noch besser ein Glasieren derselben — naturgemäß unter Beobachtung der in § 56 gegebenen Regeln — zu empfehlen. Nicht selten findet man die irrige Ansicht, daß der Scherben des Dachsteines zweckmäßig nicht porös sein dürfe; dabei ist zu beachten, daß gesinterte Dachziegel nicht imstande sind, das innerhalb des Dachraums sich bildende oder hinaufsteigende Wasser aufzusaugen; letzteres gelangt deshalb zum Abtropfen oder Abfließen und kann hierbei der die Dachsteine stützenden Holzkonstruktion (den Latten in erster Linie) gefährlich werden. Demgemäß sind mit der Porosität des Dachziegelscherbens für den Bestand des Daches und die hygienische Wirkung desselben erhebliche Vorteile verbunden.

Endlich ist von den einzelnen Ziegeln sowie ihrer Zusammenfügung im Dache zu fordern, daß sie sich gegenseitig in genügender Weise festhalten und überdecken, damit einerseits der Verband nicht gelockert und andererseits ein Eindringen der Atmosphären in das Dach verhindert wird. In dieser Beziehung sind besonders diejenigen Dachsteinformen bemerkenswert, welche sowohl oben und unten als auch seitlich mit ein- oder mehrfachen Falzen ineinandergreifen und sich hierbei in jeder Richtung ausreichend überdecken.

Nach der Form der Steine kann man unterscheiden:

1. Flachziegel, Bieberschwänze, 2. Hohlziegel, 3. Falzziegel, 4. besondere Formen, namentlich für Firste, Kehlen usw.

1. Flachziegel, Bieberschwänze, auch Dachplatten genannt, besitzen eine einfache, mehr oder weniger ebene Plattenform, von rechteckiger, unten sehr verschieden begrenzter Gestalt, vgl. die Abb. 171a—d (Segment-, Rund-, gotischer und Spitzenschnitt) und die in Abb. 172 dargestellten Abschlüsse der Steinformen. Sehr oft ist die Steinoberfläche mit Vertiefungen bzw. Erhöhungen versehen, um den Ablauf des Regenwassers zu befördern, hin und wieder auch zum gleichen Zwecke — vergl. den vierten

und fünften Stein in Abb. 172 — parallel zur Längsseite des Ziegels gewellt. Das deutsche Normalformat hat 365 . 155 . 12<sup>1)</sup> mm Abmessungen; daneben kommen auch kleine Formate zur Eindeckung von Türmen z. B. 200 . 115 . 12 vor. Für Eindeckung von Traufe und First finden kürzere Platten, für Ab- und Anschlüsse halbe und Drittel-Steine, für Kehlen unten schmalere Ziegel, Abb. 173 a b (a für die Mitte b für die Seite der Kehle), entsprechend für Walmflächen oben breitere Steine Anwendung<sup>2)</sup>; auch werden je nach der Dachform konkav und konvex gebogene Platten geliefert. Die Befestigung der Steine auf ihren Latten erfolgt mit Hilfe von Nasen (von 2 qcm Querschnitt und 2 cm Mindesthöhe) oder durchgehend erhöhtem Rande. Über die Art der verschiedenen Eindeckungen und die hierzu gebrauchten Materialmengen vgl. die Werke über Baukonstruktion.<sup>3)</sup>

2. Hohlziegel. Als bekanntere Arten kommen in Frage: a) Die Kremp- oder Breitziegel, entweder in Form von Rechtecken (gerade Ziegel) oder schräg geschnittenen, Abb. 174 u. 175 a b. Das Einhängen erfolgt auch hier mit einer Nase an der Unterseite des Steines, das gegenseitige Festhalten in der Dachebene durch den einseitig aufgebogenen Rand des unteren und die darüber greifende Krempe des andern. Die Größen sind sehr verschieden, bei den geraden Steinen vielfach zwischen 295 . 250 und 430 . 255, bei den rhombischen zwischen 358 . 260 und 400 . 290 liegend.

b) Nonnen- und Mönchsteine. Die einfachen Arten dieser haben — vielfach bei einer Länge von 400 mm, einer mittleren Breite von 200 mm und einer Stärke von 18 mm — die Form eines halben, in der Längsachse durchschnittenen, abgestumpften Kegels; über je zwei konkav verlegten Untersteinen, den „Nonnen“ liegt der konvexe — Mönch genannt Oberstein —; die Nonnen hängen mit Nasen an den Latten, während die Mönche entweder in ihrem oberen Teil und an ihrer Oberfläche Nasen haben, gegen die der obere Stein sich stützt, oder, Abb. 176 a b c, in besondere Einschnitte der unten liegenden Ziegel eingehängt sind; auch kann man beide Ziegelarten, die dann allerdings mehr die Form der in Abb. 179 dargestellten holländischen Pfannen- oder S-Ziegel annehmen, als Falzziegel mit seitlichem und oberem und unterem Falzeingriffe ausbilden, Abb. 177 a b. Gleichfalls verbesserte, dem Tonwerk zu Ludwigsberg bei Moschin i. P. patentamtlich geschützte Formen von Mönch- und Nonnenziegeln stellen die Abb. 178 a—i dar. Hier sind besonders die für Kehl- und Gratanschlüsse, sowie die Firstausbildung geschaffenen Formsteine bemerkenswert, da sie die, sonst bei Pfannen nicht einwandfreie, übliche Eindeckung dieser Stellen im Dache erheblich verbessern und eine durchaus wetterbeständige, auch ästhetisch befriedigende Konstruktion gewährleisten.

An Stelle der Nonnen kann man auch trapezförmige Platten mit seitlich aufgebogenen Rändern verwenden, die dann an ihren Anschlußstellen mit Hohlziegeln überdeckt werden, (italienisches Dach), etwas leichter als die Normaldeckung.

c) Holländische Pfannen, nach einem liegenden S'gekrümmt, Abb. 179, etwa 400 mm lang, 300 mm breit und 12—18 mm stark, finden heute nur noch beschränkte Anwendung für landwirtschaftliche Bauten; eine verbesserte Form, nach Art der Falzziegel zeigt Abb. 180 a b<sup>3)</sup>. Im allgemeinen bildet das Hohlziegeldach eine architektonisch besonders

1) Oft findet sich auch:

340 . 180 . 12

270 . 150 . 12.

2) Hier kann man auch Hohlziegel verwenden.

3) Hergestellt von den Tonwerken Hennigsdorf a. H. Auf 1 qm Dachfläche entfallen 14<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stück; Lattenentfernung 31 cm. Gewicht 36 kg/qm.

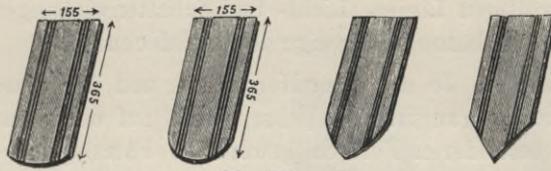


Abb. 171 a-d.

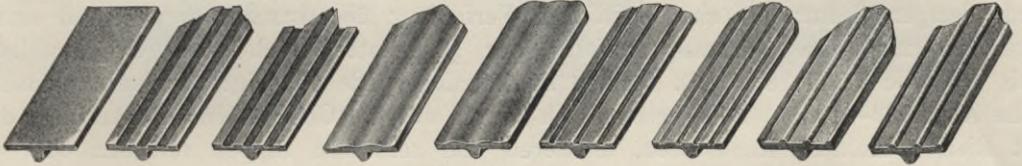


Abb. 172.

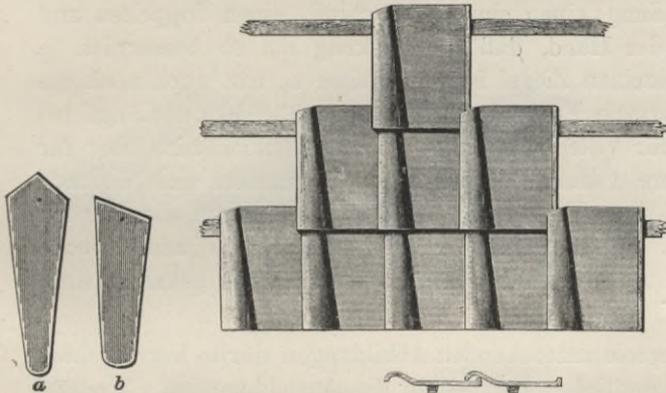


Abb. 173 a u. b.



Abb. 174.

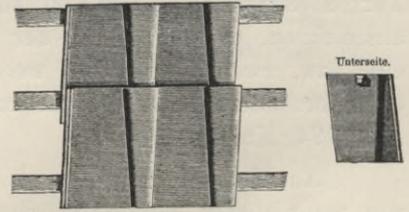


Abb. 175 a u. b.

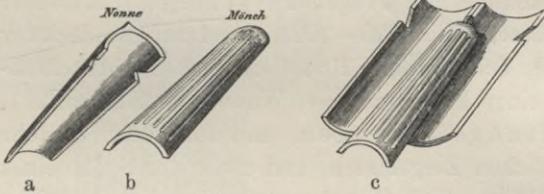


Abb. 176 a-c.

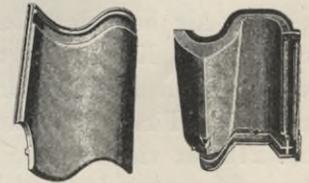
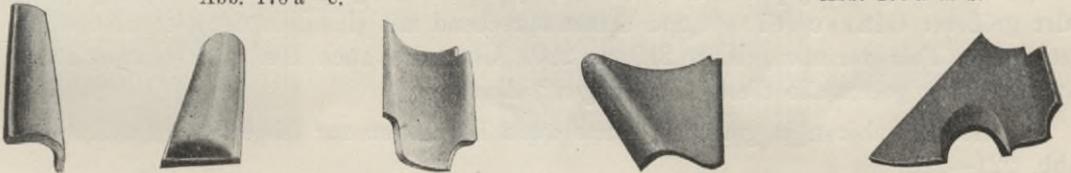
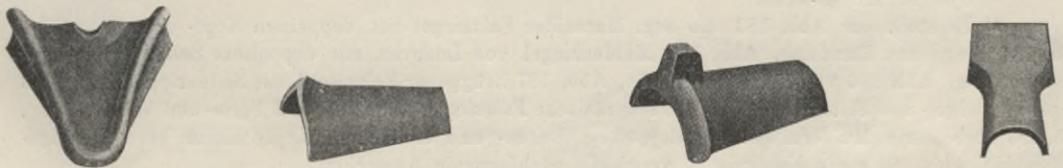


Abb. 177 a u. b.



Oberpfanne. Geschlossener Münch. Unterpfanne. Rechter Kehlanschlußstein. Rechter Gratanschlußstein.



Ungeteilter Kehlstein. Gratstein. Firststein. Firstanschlußstein.

Abb. 178 a-i.

wertvolle, durch die kräftigen Linien, Licht- und Schattenwirkungen ausgezeichnete, daher für Monumentalbauten besonders geeignete Dachdeckung. —

3. Die Falzziegel. Je nach der Herstellung und der diese wieder bedingenden Form unterscheidet man: Strangfalzziegel, hergestellt auf der Strangpresse, und eigentliche in Pressen und besonderen Formen gewonnene Falzziegel; während die ersteren infolge ihrer Erzeugung an einen im allgemeinen gleichbleibenden Querschnitt gebunden sind, demgemäß nur mit einer seitlichen Verfalzung übereinander greifen und somit eigentlich nur eine verbesserte Form der Dachplatten (vgl. unter a) darstellen, Abb. 181 a—c<sup>1)</sup> und 182 a, b<sup>2)</sup>, können Preßfalzziegel jede beliebige Formen annehmen, siehe Abb. 183—194<sup>3)</sup>. Dies bezieht sich sowohl auf die Oberflächenausgestaltung, die mit Riefen, Mulden, Rundstäben, mittleren und seitlichen Rippen versehen oder in Wellenform ausgebildet sein kann, als auch vornehmlich auf die Verfalzung an Kopf und Seite; hier kann die Falzausbildung einen einfachen Schluß, einen doppelten und dreifachen gestatten. Es liegt auf der Hand, daß die Deckung um so besser ist, je inniger das Ineinandergreifen der einzelnen Ziegel ist. — Weiter spricht auch noch die Größe der Falzziegel mit, die für normale Eindeckungsfälle etwa 33—40 cm Länge bei 22,5 cm Breite aufweisen, während für Villenbedachung (Abb. 191), namentlich aber für Turmdächer (Abb. 190—192) kleinere Formate üblich sind, die zudem sich dadurch auszeichnen, daß sie neben der sonstigen Einhängung auf den Latten auf diesen noch ein- bzw. zweimal genagelt werden. Endlich gibt es auch Ziegel, die zum Zwecke einer besonders guten Überdeckung um die eigene Stärke in der Mitte geknickt sind, Abb. 194, Knickziegel<sup>4)</sup>.

Aus den beigegebenen, als Beispiele anzusehenden Abbildungen dürfte hervorgehen, wie mannigfaltig gerade bei den eigentlichen Falzziegeln die Ausbildung ist. Weitere Einzelheiten gehören in das Gebiet der Baukonstruktionslehre. —

4. Als besondere Dachziegelformen kommen in Frage: Firstziegel, einfacher Art oder mit Krönungen und ihre Abschlüsse, Abb. 195—202, Ziegel zur Eindeckung von Walmen und Kehlen, Abb. 203—208, Schlußwalme 209, Glocke an den Anschlußpunkten von First und Walm, Abb. 210 für einen First und zwei Walme, desgl. Abb. 211, Abb. 212 für vier Walme, Ziegel mit Lüftungsöffnungen, mit senkrechtem Rohr oder wagerechtem Lüftungskanal, allen möglichen Ziegelarten, und zwar der Größe eines oder zweier Ziegel angepaßt, Abb. 213—218, endlich Ziegel zur Aufnahme kleiner oder größerer Glasscheiben und dementsprechend mit einem in der Ziegelfläche angeordneten Falz versehen, Abb. 219 u. 220. Über die auch hier sehr mannigfaltige Ausgestaltung geben alle diese Abbildungen<sup>5)</sup> Auskunft.

Hierher gehören in gewissem Sinne auch Tonplatten zur Abdeckung von Mauern, Abb. 221—222.

1) Der Strangfalzziegel in Abb. 181 c ist als Hohlziegel zum Zwecke guter Isolation ausgebildet.

2) System Krüger-Jena.

3) Es stellt dar Abb. 183 die sog. Marseiller Falzziegel mit doppeltem Kopf- und Seitenfalz, Abb. 184 Ziegel mit Rundstab, Abb. 185 Muldenziegel von Ludovici mit doppeltem Seiten- und Kopfschlusse desgl. Abb. 186 von Neumann-Berlin, Abb. 187 Brüggener Falzziegel mit Seitenrippen, Abb. 188 Ziegel mit Mittel- und Seitenrippe, Abb. 189 französische Falzziegel, Abb. 190—192 Turm- und Villenziegeln, Abb. 193 verbesserte Muldenziegel mit doppeltem Seiten- und dreifachem Kopfschlusse (von Hennigsdorf a. H.), Abb. 194 einen Knickziegel, vergl. die nachfolgende Anmerkung.

4) Hergestellt von den Hennigsdorfer (a. H.) Tonwerken, DRP. 101630. Auf 1 qm entfallen 38 Stück bei 16,5 cm Lattenweite.

5) Z. T. Erzeugnisse von Hennigsdorf a. H.

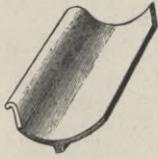
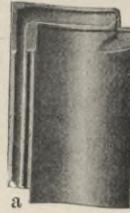
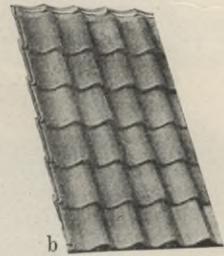


Abb. 179.



a



b

Abb. 180 a u. b.

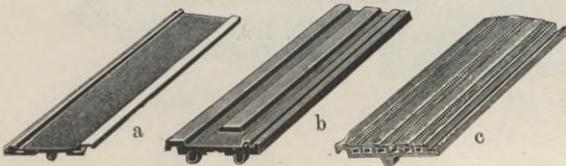


Abb. 181 a—c.

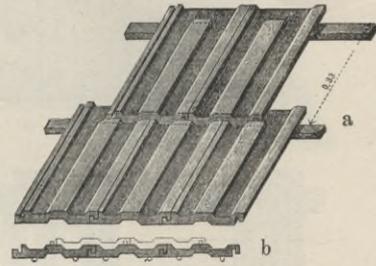


Abb. 182 a u. b.

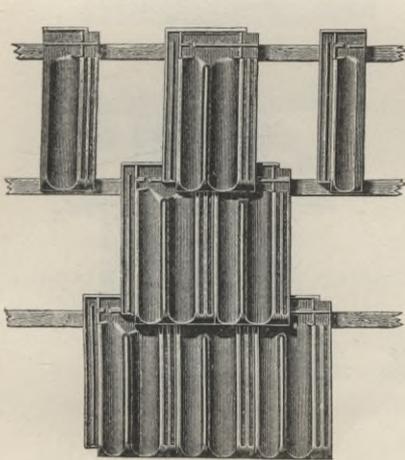
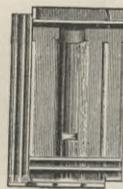
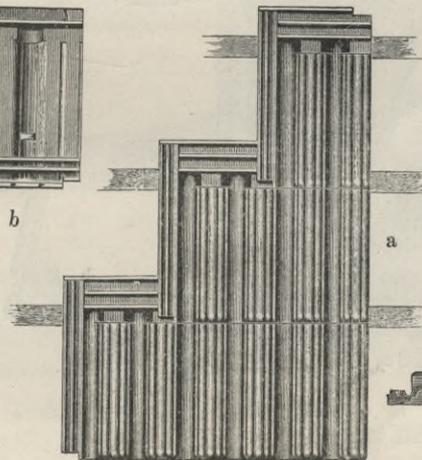


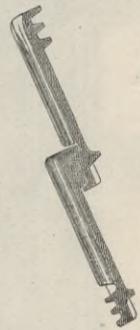
Abb. 183.



b



a

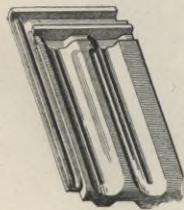


c



d

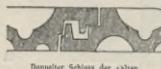
Abb. 184 a—d.



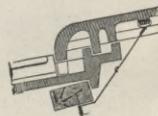
a



b

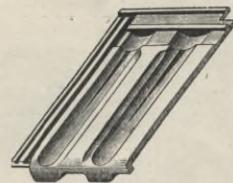


c

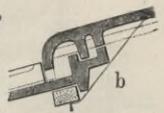


d

Abb. 185 a—d.



a



c

Abb. 186 a—c.

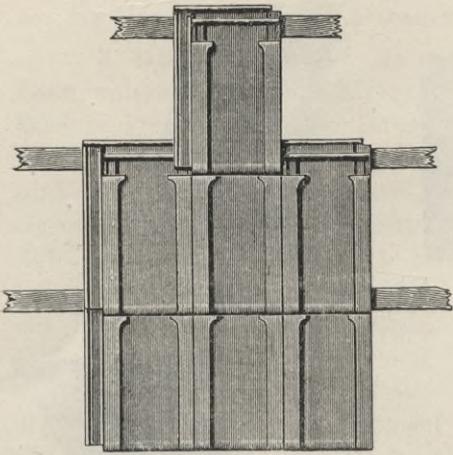


Abb. 187.

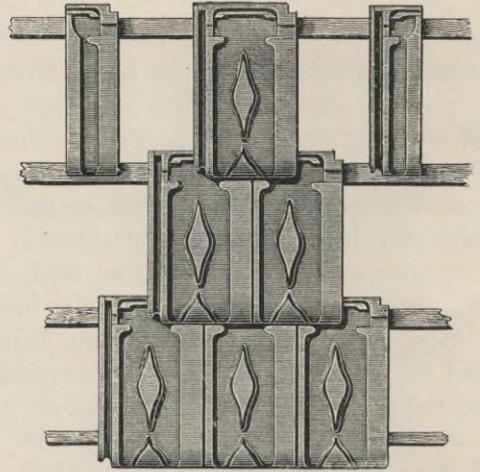


Abb. 189.

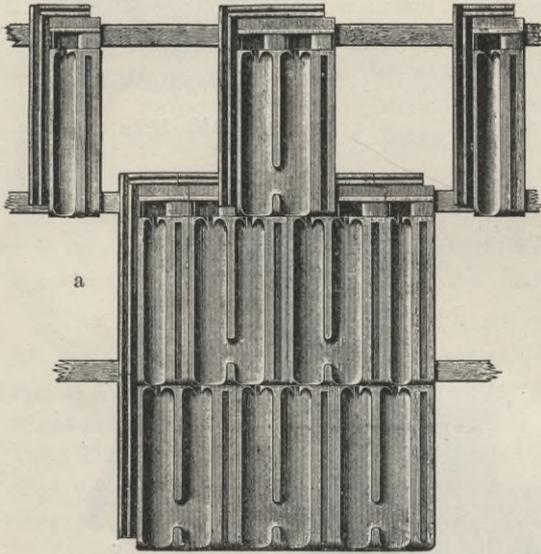


Abb. 188 a, b.

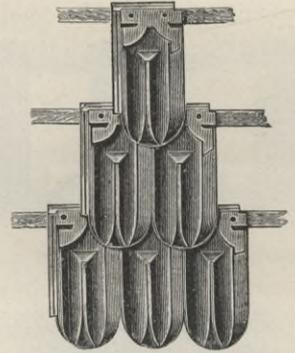


Abb. 190.

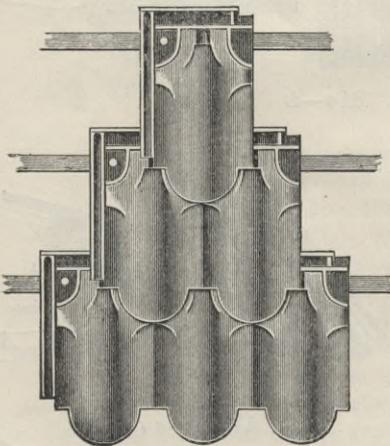


Abb. 191.

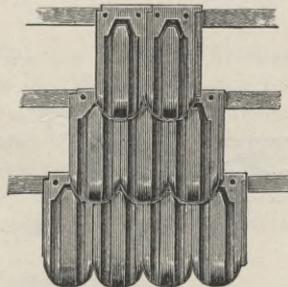


Abb. 192.

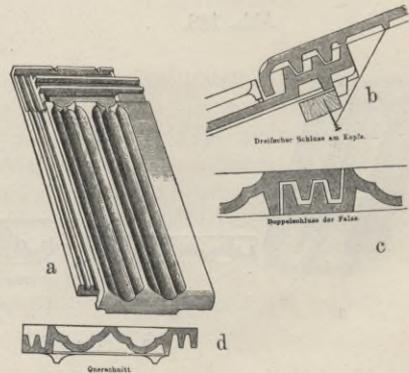


Abb. 193 a—d.

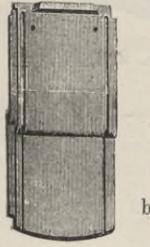
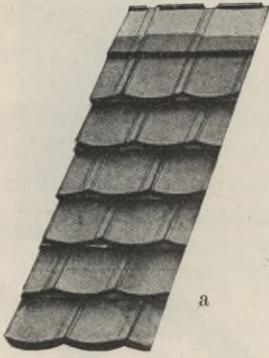


Abb. 194 a u. b.



Abb. 195.



Abb. 196.

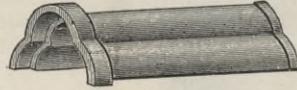


Abb. 197.



Abb. 198.



Abb. 199.



Abb. 200.



Abb. 201.

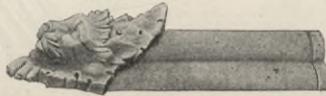


Abb. 202.

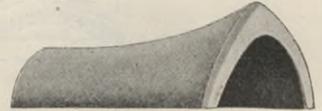


Abb. 203.

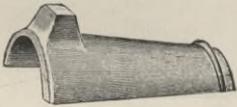


Abb. 204.



Abb. 205.



Abb. 206.



Abb. 207.



Abb. 208.



Abb. 209.



Abb. 210.

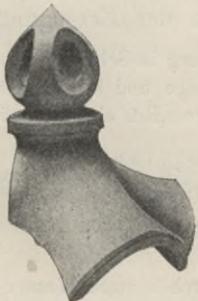


Abb. 211.



Abb. 212.

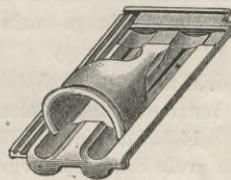
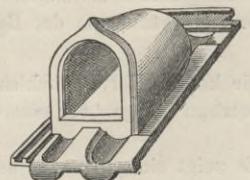


Abb. 213 u. 214.



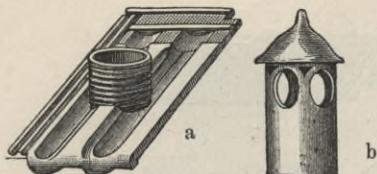


Abb. 215 a, b.



Abb. 216.

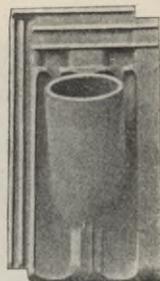


Abb. 217.

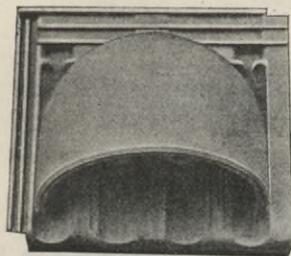


Abb. 218.

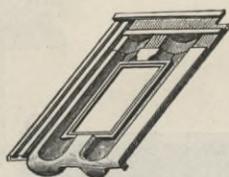


Abb. 219.

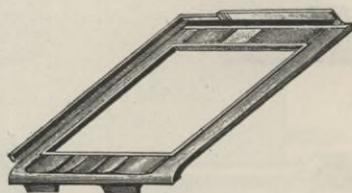


Abb. 220.

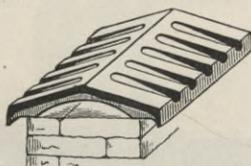


Abb. 221.

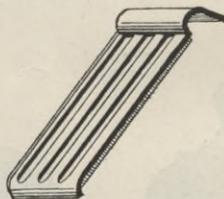


Abb. 222.

## § 59. Tonrohre, Tonplatten, Terrakotten und Ofenkacheln.

a) Tonrohre — Muffenrohre — wie sie namentlich bei den Leitungen der Kanalisation verwendet werden, halten bei guter Herstellung und Verlegung sowohl einen sehr erheblichen inneren als äußeren Druck aus<sup>1)</sup>; nur müssen ihre Wandstärken, namentlich von 50 cm innerem Durchmesser an, ausreichend stark sein. Beim Brennen sollen die Rohre der Sinterung nahe kommen, ohne diese selbst zu erreichen; ihre Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse ist eine sehr bedeutende, namentlich bedingt durch die gute, von Säuren so gut wie unangreifbare Glasur; welcher Art diese ist, wurde schon auf S. 315 besprochen. Da die Bildung dieser beim Glasieren auf der Rohroberfläche erzeugten Verbindung: kieselsaures Tonerde-Natron erst bei einer Temperatur vor sich geht, bei der der Ton beginnt zu sintern, so liegt in der Erzeugung

<sup>1)</sup> Bei den Fabrikaten der deutschen Tonröhren-Chamotte-Fabrik zu Münsterberg in Schlesien hat sich z. B. ergeben, daß Tonrohre von 700 mm lichtigem Durchmesser, von 0,8 m Länge und bei 52 mm Wandstärke Belastungen von außen zu tragen vermochten von rd. 7 bzw. . 9,3 t, ehe ein Riß eintrat, daß ferner (Prüfung in der Berl. Mat.-Prüfungs-Anstalt) bei einer Lichtweite von

	20	30	40	50	60	70	80 cm
die konzentrierte Bruchlast i. M. beträgt.	3,4	2,45	2,6	3,58	3,45	3,95	3,0 t

Gegenüber einem inneren Drucke hielten die Rohre in der vorgenannten Reihenfolge:

14,5, 12,0, 9,5, 12, 7,8 7,1 und 8,7 Atm. Stand.

Es zeigt sich also eine sehr große Sicherheit gegenüber dem Eintreten von Rissen durch inneren Wasserdruck, wie er durch Ansteigen des Wassers über dem Rohrscheitel bei heftigen Gewittergüssen entstehen kann.

einer guten Glasierung zugleich eine Sicherheit für einen gleichmäßigen und ausreichenden Brand der Rohre und daneben für einen ausreichenden Gehalt des Rohmaterials an Kieselsäure.

Hergestellt werden, vgl. die Abb. 223 und folgende:

1. Gerade Tonrohre mit Muffen. Über die im allgemeinen üblichen Durchmesser, Wandstärken, Kosten am Herstellungsort usw. gibt die nachfolgende Zusammenstellung Auskunft.

Durchmesser	Wandstärke	Gewicht für 1 m	Kosten für 1 m Rohr am Herstellungsort	Auf einen Waggon von 10000 kg können geladen werden <sup>1)</sup>
cm	cm	kg	Mark	Stück
7,5	1,4	12,5	0,80	800
10,0	1,5	16,0	1,00	625
11,0	1,6	19,0	1,05	525
12,5	1,7	20,0	1,20	500
15,0	1,8	25,0	1,50	400
16,0	1,8	28,0	1,60	360
17,5	2,0	30,0	1,80	333
20,0	2,0	35,0	2,20	295
21,0	2,1	38,0	2,30	260
22,5	2,2	43,0	2,50	230
24,0	2,3	57,0	3,00	210
25,0	2,3	53,0	3,00	190
27,0	2,4	56,0	3,50	175
27,5	2,4	64,5	3,50	155
30,0	2,6	66,0	4,00	150
33,0	2,8	77,0	4,65	130
35,0	2,8	85,0	5,00	125
36,0	2,8	91,0	5,00	115
37,5	2,9	94,5	5,65	105
39,0	3,1	101,0	6,35	100
40,0	3,2	108,0	7,00	90
42,0	3,2	120,0	8,35	85
45,0	3,6	137,0	10,00	75
48,0	3,6	146,0	10,55	68
50,0	3,7	150,0	11,00	65
51,0	3,7	160,0	13,00	62
54,0	3,9	177,0	13,35	56
55,0	3,9	180,0	13,35	55
57,0	4,1	205,0	15,75	49
60,0	4,2	207,0	16,00	49
65,0	4,5	237,0	18,00	45
70,0	4,8	275,0	22,00	40
80,0	5,0	341,0	32,00	30
100,0	5,9	421,0	60,00	25

2. Zweigrohre, „Gabeln“, kommen vor mit einfachen bzw. doppelten, senkrecht, schräg oder gekrümmt verlaufenden Anschlußrohren, Abb. 224—230. Sie haben meist Längen von 60 cm mit Abzweigungen zum Anschlusse der Hausentwässerungen von 16 cm Durchm. Ihre Preise richten sich nach dem Durchmesser des Hauptrohres und betragen vielfach 33 vom Hundert mehr als ein gleichweites 1 m langes Rohr.

<sup>1)</sup> Nach Angaben der Deutschen Steinzeugwarenfabrik in Friedrichsfeld (Baden).

3. Übergangsrohre, Abb. 231, auch Verjüngungsrohre, Kegelrohre, genannt. Ihr Preis pflegt dem eines geraden Rohres von größerem Durchmesser und 1 m Länge zu entsprechen.

4. Gelochte oder geschlitzte Rohre zu Sammelleitungen für Grundwasser, wohlfeiler als gußeiserne Rohre und der Zerstörung durch Rost wie einer Versetzung der Einströmungsschlitze durch diesen nicht ausgesetzt, Abb. 232—233.

5. Bogen- oder Knierohre, Abb. 234—238. Ihr Gewicht ist gleich dem eines gleichweiten,  $\frac{1}{2}$  m langen Rohres zu schätzen. Der Preis beträgt bis zu 400 mm inneren Durchm. meist das  $1\frac{1}{4}$ fache, darüber hinaus das  $1\frac{1}{2}$ fache eines entsprechenden Rohres von 1 m Länge. Mit den verschiedenen Krümmungen der Rohre lassen sich (alle vorkommenden Anschlußleitungen herstellen.

6. Rohre mit Reinigungsöffnungen nebst zugehörigem Deckel von 60 cm Länge, Abb. 239. Hierher gehören auch die von den Münsterberger Tonwerken hergestellten Szallaschen Anschlußmuffen<sup>1)</sup>, welche es gestatten, nachträglich in ein Tonrohr eine senkrecht oder schräg anschließende Gabelung mit rechteckigem Einsatze und Anspannung durch ein das Hauptrohr umgreifendes Metallband einzufügen, Abb. 240a—c, 241 u. 242a—d.

7. Überschieber, zur Verbindung zweier stumpf gegeneinander stoßender Rohrenden dienend — Abb. 243; der Preis beträgt  $\frac{1}{3}$  des eines gleichwertigen Meterrohres.

8. Geruchsverschlüsse, Abb. 244 u. 245, mit und ohne Reinigungsöffnung und meist mit Lichtweiten von 50, 75, 100, 130, 150, 160, 200, 240 und 250 mm.

9. Kanalsohlsteine aus gebranntem Ton mit glasierter Rinne, Abb. 246, und Sohlschalen, Abb. 247, für gemauerte und in Beton ausgeführte Kanäle. Sohlschalen sind in der Regel auf den Unterseiten mit Rillen versehen, um gut mit Mörtel zu haften. Die glasierte Oberseite widersteht allen chemischen und mechanischen Einflüssen der Kanalwässer; auch erschwert die Glätte das Ankleben der Abfallstoffe bei niedrigem Wasser<sup>2)</sup>.

Hierher gehören auch die Knauff'schen Tonplatten zum Belegen der unteren Teile der Betonkanalwandungen, 15 cm breit, 32,7 cm lang und 2 cm stark mit einem Preise von rd. 0,35 Mk. für ein Stück.

10. Tonrohre in Eiförmigkeit nebst ein oder zwei Ansätzen von rd.  $\frac{2}{3}$  m Länge. Über die üblichen Abmessungen im Lichten, Gewichte und Preise vgl. die folgende Zusammenstellung.

Durchmesser	Wandstärke	Gewicht	Preis	
cm	mm	kg	Mk.	
30/20	23	50	5,00	} Abzweige, einfach 0,60 cm lang, kosten $1\frac{1}{3}$ , doppelte aber zweimal so viel als 1 m Rohr.
37,5/25	26	70	6,50	
45/30	30	90	10,00	
52,5/35	33	130	15,00	
60/40	37	165	20,00	
75/50	40	220	30,00	
90/60	45	300	40,00	

1) DR.G.M. Nr. 119038 und 119039.

2) Über die Abmessungen und Preise (ab Werk) der in Münsterberg hergestellten Sohlschalen gibt die nachfolgende Zusammenstellung Auskunft (vergl. Abb. 247):

Halbmesser	Länge der	Gewicht für	Preis für
mm (r)	Sehne (s)	1 lfm./kg	1 lfm./Mk.
315	445	50	7,50
250	354	36	5,35
200	290	25	3,60
180	255	19	2,80
150	210	15	2,25.



Abb. 223.

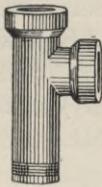


Abb. 224.

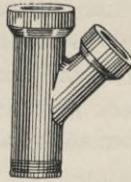


Abb. 225.

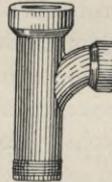


Abb. 226.

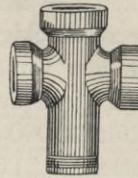


Abb. 227.

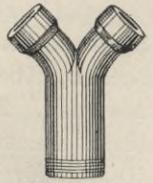


Abb. 228.

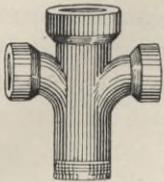


Abb. 229.

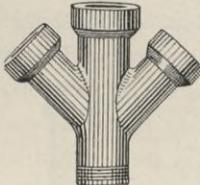


Abb. 230.



Abb. 231.

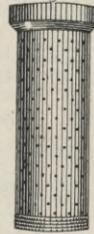


Abb. 232.



Abb. 233.

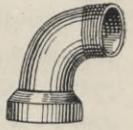


Abb. 234.

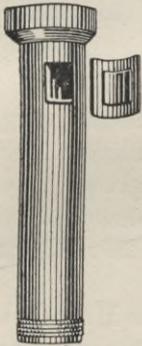


Abb. 239.

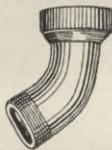


Abb. 235.



Abb. 236.



Abb. 237.

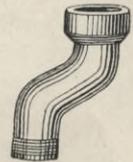


Abb. 238.

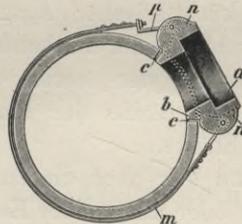
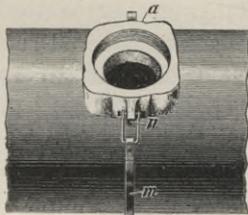


Abb. 240 a-c.

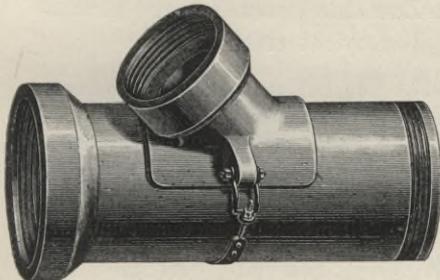
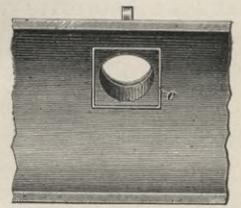


Abb. 241.

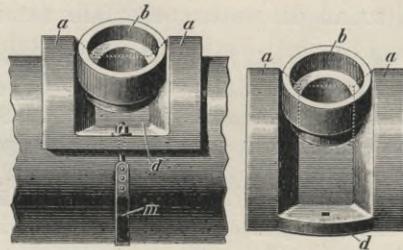


Abb. 242 a-c.

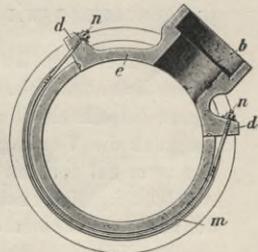


Abb. 243.

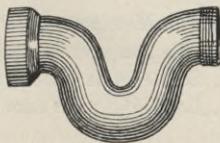


Abb. 244.

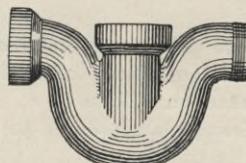


Abb. 245.

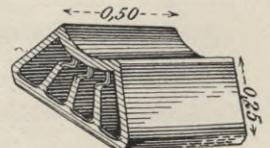


Abb. 246.

11. Ferner kommen als Sonderwaren hier in Frage: Sinkkästen für Höfe und Straßen, Tonkanäle rechteckigen Querschnittes für Lüftungs- und Heizungszwecke, Spülbecken, Abortrohre mit verschiedenen Abzweigungen, Dunstrohre, Schornsteinaufsätze usw. usw. Zu den Preisen der Tonrohre ab Werk kommen noch Verpackungszuschläge hinzu, welche sich für 10000 kg Rohre oder Formstücke auf 5 Mk., für Tonschalen auf 10 Mk., für Tonplatten auf 25 Mk. stellen.

b) Ziegelfliesen. Sie werden — ein- oder mehrfarbig — entweder in der Art hergestellt, daß zunächst das Ornament aus farbigem Ton in eine Form gepreßt und hier mit dem aus plastischem Ton bestehenden Grund durch hydraulischen Druck vereinigt wird, oder in umgekehrter Weise erzeugt; alsdann wird auf den zunächst gefertigten Grund mit eingepreßtem, vertieftem Ornamente fast trockenes, farbiges Tonpulver

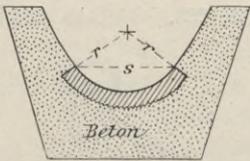


Abb. 247.



Abb. 248.

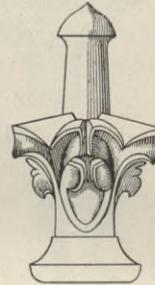


Abb. 249.



Abb. 250.

aufgestreut und mit ihm durch Pressen verbunden. Hierher gehören viele erstklassige deutsche Fabrikate von künstlerischer Ausgestaltung, großer Wetterbeständigkeit, sehr geringer Abnutzung und bleibender Farbenfrische sowie hoher Druckfestigkeit<sup>1)</sup>. Die Form der Platten ist entweder vier-, sechs- oder achteckig mit entsprechenden quadratischen Zwischenplatten. Die Größe der Platten vielfach 20 . 20, 17 . 17, 16 . 16 bzw. 14,4 . 14,4 cm bei 2 cm Stärke.

Erwähnenswert sind hier auch die zu Wandbekleidungen verwendeten Majolikafliesen aus weißem Ton oder mit weißer Engobe und Glasur, unter oder über der ornamentale Zeichnungen usw. durch Handmalerei oder Druck aufgetragen sind, sowie die Fliesen, bei denen eine obere Engobeschicht in frischem Zustande (einer Vorlage gemäß) fortgenommen wird, sodaß die untere, ebenfalls farbige Tonschicht erscheint.

Bei dem Legen der Mosaikplatten, wovon Schönheit und Dauerhaftigkeit des Belages wesentlich abhängen, ist zu beachten, daß der Untergrund aus einer in verlängertem Zementmörtel verlegten Ziegelflachsicht oder aus Zementbeton von 6—10 cm Stärke (im Freien von 20—25 cm) bestehen soll, daß die Verlegung unter Verwendung eines dickflüssigen, verlängerten Zementmörtels<sup>2)</sup> erfolgt<sup>3)</sup>, und zwar auf dem gut angeetzten Untergrund, daß endlich nach Fertigstellung der Arbeit bezw. bei größerer Ausdehnung dieser schon bei einer Teilfläche von rd. 20 qm, die Fugen von allem Schmutz gereinigt und mit dünnflüssigem Zemente durch Übergießen der Fläche und Einbürsten des Zementes nachgefugt werden; noch ehe der Zement getrocknet ist, muß dann die ganze Fläche unter Verwendung aufgestreuter Sägespäne oder von Sand mit kräftigen Besen gereinigt werden; schließlich wird der ganze Belag mit fünffach ver-

1) Als bekanntere Werke seien genannt: Villeroy und Boch, Mettlach, die Marienberger Mosaikplattenfabrik in Sachsen, Kauffmann-Niedersedlitz bei Dresden, die Sinziger Mosaikplattenfabrik, Utzschneider und Jaunez-Saargemünd und Zahna i. S., March u. Söhne, Charlottenburg, Tonwarenfabrik Großhesselohe, Norddeutsche Steingutfabrik Grohn bei Bremen, Bernhofener Werke u. a. m.

2) Z. B. 1 Zement: 3 Kalk: 2 Sand.

3) Für Wandplättchen empfiehlt sich nur ein geringer Kalkzusatz zum Zementmörtel 1: 3.

dünnter Salzsäure abgewaschen, um alle vom Mörtel oder Zement herrührenden grauen Flecke zum Verschwinden zu bringen; auch soll der Belag vor Ablauf einer Woche nicht betreten werden, mindestens nicht ohne Bretterschutz u. dergl.

c) Terrakotten sind aus feinem, gleichmäßigem, mit vollkommen gleichartiger Farbe brennendem Ton hergestellt, fast gesinterte, in ihrer Oberfläche vollkommen dichte Schmuckgegenstände, wie Kapitälchen, Säulen, figürliche Darstellungen, Konsolen, Ornamente, Hochreliefs aller Art, Medaillons, Turmspitzen, Kreuzblumen usw., Abb. 248 bis 250. Da es hier darauf ankommt, daß die Rohmasse beim Schwinden und Brennen sich nur ganz gleichmäßig ändert, ist es notwendig, alle nicht gerade die Form einer Platte zeigenden Terrakotten mit gleicher Wandstärke, d. h. hohl herzustellen. Die Formung der Terrakotten erfolgt in fein geölten, auf das meist hohe Schwindmaß (12 v. H. i. M.) Rücksicht nehmenden Gipsformen, in welche die sehr gleichmäßig vorbereitete Rohmasse von Hand aus oder durch Maschinen hineingedrückt wird. — Die sehr vorsichtig zu trocknenden Waren werden in Gasöfen oder in Kapseln gebrannt, und zwar derart, daß sie ganz gleichmäßig von allen Seiten her von den Feuergasen umspült werden. Vielfach findet ein nachträgliches Engobieren statt. Die Festigkeit der baulich verwendeten Terrakotten ist meist eine große.

d) Ofenkacheln werden entweder von Hand aus, aus dem äußeren, ebenen oder vertieft gepreßten Blatte und der inneren wulstigen, vierkantigen Zarge hergestellt, oder gleich in einem Stücke maschinell gepreßt, alsdann getrocknet, gebrannt und glasiert. Die Einteilung der Kacheln erfolgt sowohl nach ihrer Güte und Rissefreiheit, als auch nach ihrer späteren Lage (Eck-, Gesims-, Leisten-, Frieskacheln usw.) sowie nach der Oberflächenausgestaltung (glatt, gemustert, gestreift, vertieft, gut wegen der Erhöhung der Wärmeleitung) usw. Auf genau gleiche, symmetrische Formen, gerade Kanten, scharfe Ecken und sprungfreie Außenfläche ist besonders zu achten.

## § 60. Ausblühungen von Ziegelsteinen<sup>1)</sup>.

Unter Ausblühungen sind alle meist weißen daneben auch farbigen Ausschläge zu verstehen, welche sich an der Außenfläche des Mauerwerks, und zwar nicht nur des aus Kunstprodukten, sondern auch desjenigen aus Natursteinen zeigen. Diese Ausblühungen, von denen hier vorwiegend in Verbindung mit Ziegelmauerwerk gesprochen werden soll, sind in Wasser lösliche Salze, in der Regel Sulfate und Karbonate (weiß), daneben — durch grüne oder gelbe Färbung einzelner Ziegeln erkennbar — Vanadate; sie entstehen durch das Austrocknen des Mauerwerkes, wobei das in ihm enthaltene oder durch die Witterung hineingeführte Wasser die löslichen Salze an der Außenfläche zum Auskristallisieren bringt. Die löslichen Salze können zum Teil im Mauerwerk bereits vorhanden sein oder sich durch Wechselwirkung bilden, namentlich unter Zuhilfenahme des Mörtels, durch an das Mauerwerk anschließende Erdmassen, vor allem bei Gegenwart von Asche und Schlacke in letzteren.

Entstammen die auswitternden Salze den Baustoffen selbst, so werden sie nach einiger Zeit durch allmähliche Auslaugung von Steinen und Mörtel und durch Fortführung,

<sup>1)</sup> Genaueres vergl. in Dr. H. Mäckler: Die Ausblühungen des Mauerwerks, ihre Entstehung und Bekämpfung. Zusammengestellt im Auftrage des deutschen Vereins für Ton-, Zement-, Kalkindustrie, Berlin 1902. Verlag der Tonindustrie-Zeitung; vgl. auch § 48 der vorliegenden Bearbeitung.

vorwiegend infolge der mechanischen Wirkung des Regens, nach und nach beseitigt werden und aufhören, während dort, wo schlechte Isolierung der Mauern gegen Erdfeuchtigkeit der Grund der Bildung von Ausblühungen ist, diese nicht zu verschwinden pflegen; hier führt das Wasser stets neue Salzlösungen den Steinen zu, die diese infolge der Kapillarkraft aufsaugen und später zum Auskristallisieren bringen. Ob der eine oder andere Grund vorliegt, läßt sich nur durch Versuche nachweisen (vgl. S. 130), indem man Ziegel und Mörtel einer künstlichen Auswitterungsprüfung unterzieht<sup>1)</sup>.

Obwohl der größte Teil der Ziegel frei von Ausblühungen bedingenden Salzen ist, so finden sich doch hin und wieder Steine, die solche zeigen. Dies läßt sich zurückführen auf: Salzgehalt des Tons, auf das zur Tonvorbereitung benützte Wasser, auf Brennverhältnisse, auf Feuergase, auf die Lagerung der Ziegel.

Im allgemeinen lassen sich die löslichen Salze durch einen richtig geleiteten Brennprozeß zerstören; hierdurch werden die Chloride, die schwefelsauren Salze, die Karbonate in gasförmige, entweichende Säuren und Basen zersetzt, die an der Silikatbildung teilnehmen; hierzu bedarf es bei Chloriden<sup>2)</sup> nasser Feuergase, bei Sulfaten einer reduzierenden Ofenatmosphäre, bei Karbonaten hoher Temperatur. Vanadinausschläge, fast nur bei den Braunkohlentonen vorkommend, können nur durch Brennen bis zur Sinterung, vollkommen verhindert werden. Auch können die Sulfate durch einen Zusatz von Barytsalzen in unlösliche Verbindungen übergeführt werden vgl. S. 260.

Überhaupt ist es von Wichtigkeit, die Steine hoch zu brennen, da neben der Zerstörung der schädlichen Salze hierbei der Stein auch eine geringere Porosität und somit eine verkleinerte Neigung zu Ausblühungen zeigt<sup>3)</sup>. Deshalb zeigen die hoch gebrannten Verblender — nebenbei spricht hier auch die sorgsamere Vorbereitung des Materials mit — im allgemeinen nur wenig Ausschläge.

Auch auf den zum Mauern verwendeten Kalk ist zu achten; namentlich empfiehlt sich seine Ablaugung in offenen, frisch aufgeworfenen Erdgruben, deren Wände die im Löschwasser enthaltenen, von Natur aus im Kalk vorhandenen oder durch unzweckmäßiges Brennen erzeugten Salze mit diesem zugleich aufnehmen; nicht minder ist auf den zur Mörtelherstellung verwendeten Sand zu achten, der keine Beimengungen von Gips oder leicht zersetzlichen Silikaten, wie Feldspat und dergl. enthalten soll.

Die Ausblühungen haben, abgesehen von der Verschlechterung des Aussehens des Mauerwerkes insofern eine Schädigung für dieses zur Folge, als durch die allmählich in den äußeren Steinporen wachsenden Kristalle eine Sprengwirkung (ähnlich der des Eises) auf die Teilchen der Steinoberfläche ausgeübt wird, der manche, nicht allzufeste Steine nicht zu widerstehen vermögen. Die eintretende mechanische Zerstörung gibt

1) Ähnlich, wie auf S. 130 erwähnt, wird auch der Einfluß des Mörtels auf etwaige lösliche Salze und durch diese hervorgerufene Auswitterungserscheinungen am Ziegelstein dadurch bestimmt, daß man den Mörtel ziemlich trocknet, ihn zerkrümelt, und in den Brei bis zur Sättigung Kohlensäure leitet (um den Kalk in  $\text{CaCO}_3$  überzuführen), und dann destilliertes Wasser zusetzt. Das meist trübe Wasser wird alsdann in einen Zylinder gegossen, der, mit seiner offenen Seite auf den Ziegel aufgesetzt, diesen mit Wasser sättigt; besitzt dieses lösliche Salze, so tritt eine Ausscheidung an der Steinaußenfläche ein. — Eine chem. Analyse bestimmt endlich die Art und Menge der im Mörtel enthaltenen Salze.

2) Chloride kommen seltener vor und sind leicht flüchtig oder so hygroskopisch, daß sie keinen festen Überzug bilden.

3) Es zeigt sich nicht selten, daß gerade Schwachbrandsteine Ausblühungen aufweisen, während aus demselben Material gewonnene, hochgebrannte Steine von solchen nicht betroffen sind.

sich durch Bildung kleiner, nur lose mit den Steinen in Verbindung stehender Schüppchen kund.

Eine Entfernung der Ausblühungen, die aus dem Mauerwerk selbst kommen, erfolgt am besten durch mehrfaches Abbürsten und Abspülen mit reinem Wasser, dem man nur bei Ausschlägen aus  $\text{CaCO}_3$  auch Säuren zusetzen wird; sind jedoch die Auswitterungen durch außerhalb der Mauer liegende Gründe bedingt, so kann nur eine gute Isolierung und Abdeckung dieser gegen die schädigenden Einflüsse dauernd helfen.

### Literatur-Nachweisung.

1. Handbuch der Ziegelfabrikation. Unter Mitwirkung von Baurat Fr. Hoffmann, bearbeitet von K. Dümmler. Halle a. S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp, 1900.
2. Handbuch der gesamten Tonwarenindustrie von Bruno Kerl. Dritte Auflage, bearbeitet von Eduard Kramer und Dr. Hermann Hecht. Braunschweig. Druck und Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn. 1907.
3. Die keramische Praxis von J. W. Schamberger. A. Hartlebens Verlag. Wien, Pest, Leipzig. 1901.
4. Die Natur der Ziegeltoner und die Ziegelfabrikation der Gegenwart von Dr. H. Zwick. Verlag von Vieweg u. Sohn 1894. II. Aufl.
5. Die Keramik v. L. Wipplinger. Verlag A. Hartleben. II. Aufl. 1897.
6. Die Industrie der Silikate der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. G. Rauter. I. u. II. Sammlung. Göschen, Leipzig. 1904.
7. Die feuerfesten Tone von Dr. Karl Bischoff. III. Aufl. Leipzig 1904. Quandt u. Händel.
8. Die Fabrikation feuerfester Steine von Friedr. Wernicke. Berlin. Julius Springer. 1905.
9. Die Brennöfen für Tonwaren, Kalk, Magnesit, Zement u. dergl. mit besonderer Berücksichtigung der Gasbrennöfen von Ernst Schmotolla. Hannover, Verlag von Gebr. Jaenicke 1909.
10. Ziegelei-Anlagen und Ziegelfabrikation von A. Beck. Polyt. Verlag M. Hittenkofer, Strelitz in Mecklenburg.
11. Die Ziegelei von O. Bock. Verlag Paul Parey, Berlin.
12. Beachtenswerte Gesichtspunkte bei Ziegeleianlagen von A. Eckhart. Verlag Wilhelm Knapp, Halle a. S.
13. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Tone von Dr. C. Loeser. Halle a. S. Verlag Louis Nebert. 1906.
14. Kalkhaltige Tone, ihre Eigenschaften, Verhalten und Färbungen im Feuer von Dr. C. Loeser. Halle a. S. Verlag Louis Nebert. 1906.
15. Die Brennfärbungen der Tone von Dr. C. Loeser. Halle a. S. Verlag Louis Nebert. 1904.
16. Das Porzellan von Dr. R. Dietz. Halle a. S. Verlag von Wilhelm Knapp. 1907.
17. Steinzeug, Steingut und Töpferwaren von Dr. R. Dietz. Halle a. S. Verlag von Wilhelm Knapp. 1907.
18. Die Ausblühungen des Mauerwerks von Dr. H. Mäckler. Berlin. 1902. Verlag der Tonindustrie-Zeitung.
19. Tonindustrie-Zeitung. Berlin. Eigener Verlag. Erste Zeitschrift auf dem Gebiete der Keramik.
20. Handbuch der Baustofflehre von R. Krüger. I. Bd. S. 110—252. A. Hartlebens Verlag. Wien, Pest, Leipzig. 1899.
21. Kurzgefaßtes Lehrbuch der Baustoffkunde von Dr. E. Glinzer. II. Aufl. Dresden. Verlag von G. Kühtmann. 1900.
22. Handbuch der Architektur. I. Teil, 1. Band, 1. Hälfte. 2. Aufl. 1895. Verlag von A. Bergsträsser, Darmstadt.
23. Gottgetreu. Lehrbuch der Baumaterialienkunde I. 3. Aufl. 1880. Verlag Springer, Berlin.
24. Rohstoffe und Erzeugnisse der Tonindustrie v. Dr. H. Hecht. Sonderabdr. aus dem Bayer. Industrie und Gewerbeblatte. 1900. Nr. 47—49.
25. Neuere Öfen der Kgl. Porzellan-Manufaktur zu Charlottenburg von Dr. A. Heinicke. Berlin. Verlag der Tonindustrie-Zeitung.
26. Prüfung von Ziegeltonen. Sonderabdruck aus der Tonindustrie-Zeitung aus dem chem. Laboratorium, für Tonindustrie. Berlin NW. Vortrag von Dr. Mäckler. 1900.

27. Hilfsquelle für Ziegeleien. Verlag der Tonindustrie-Zeitung. Berlin 1908.
28. A. Eckhart, Die Technik des Verblendsteins. I. Die Fabrikation. II. Die Technik des Verblenders und die Prüfung des Verblendmaterials. Halle a. S. Druck und Verlag von Wilhelm Knapp. 1884.
29. Das Brennen der Ziegelsteine von K. Dümmler. II. Aufl. der Abhandl.: Das Anfeuern und der Betrieb des Ringofens von Baurat Friedrich Hoffmann. Halle a. S. Verlag von Wilhelm Knapp. 1904.
30. Zur Frage der Herstellung von Ziegeln großen Formats durch Handstrich im Verleiche zur maschinellen Pressung. Gutachtl. Äußerung des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie E. V., zusammengestellt vom Vorstande. Verlag der Tonindustrie-Zeitung. Berlin 1902.
31. Untersuchungen über Auswitterungen an Ziegeln und Ziegelmauerwerk, deren Ursache und Verhütung, Inaugural-Dissertation von H. Günther 1896. Druck der Ratsdruckerei zu Güstrow.
32. Untersuchungsmethoden der in der Tonindustrie gebrauchten Materialien mit besonderer Berücksichtigung der häufig auftretenden Fabrikationsfehler, deren Ursachen und Verhütung von Dr. M. Stoermer. Freiberg i. S. 1902. Verlag v. Craz u. Gerlach (Joh. Stettner).
33. Laboratoriumsbuch für die Tonindustrie von Dr. H. Bollenbach. Halle a. S. Wilhelm Knapp. 1910.
34. Der Deutsche Backsteinbau der Gegenwart und seine Lage — auch eine Frage des Heimatschutzes von Dr. Albrecht Haupt. 12. verb. Aufl. Verlag Ludwig Degener. Leipzig. 1910.
35. Handbücher der keramischen Industrie für Studierende und Praktiker von C. Loeser. Halle a. S. Verlag L. Hofstetter. 1901. I. Die Rohmaterialien der keramischen Industrie. II. Aufsuchen, Abbohren und Bewertung der Lehm-, Ton- und Kaolinlager.
36. Über die keramischen Verblendstoffe von Dr. E. Michel. Halle a. S. Verlag Wilhelm Knapp. 1904.
37. Ziegel- und Tonwarenindustrie in den Vereinigten Staaten und auf der Columbus-Ausstellung in Chicago 1893, von R. Dümmler. Halle a. S. Verlag Wilhelm Knapp. 1894.

Profilbücher und Musterkatologe vieler Deutscher Maschinenbauanstalten, welche sich mit der Herstellung der Ziegelei-Maschinen befassen desgl. der Ziegeleien selbst



## Sachverzeichnis.

(Nach dem Alphabet geordnet, die Ziffern bedeuten die zugehörigen Haupt-Seitenzahlen des Werkes.)

### A.

Abschneideapparate für Strangpressen 291—292.  
Albolith-Steine 203.  
Annalytsteine 178.  
Argilla-Zement-Mosaikplatten 170.  
Arons Kalksandsteine 156.  
Arten künstlicher Steine 119.  
Asbestkunststeine 235—238.  
Asbestschiefer 237.  
Asbestzementplatten 236.  
Asphaltpflastersteine 224—226.  
Asphaltplatten 226—227.  
Asphaltsteine und -platten 224—228.  
Augustins Ofen 308.  
Ausblühungen der Ziegelmauern und Steine 343—345.  
Aussommern des Tons 272.  
Auswintern des Tons 271.

### B.

Bauhygiene-Isolierplatten 187.  
Bauxitsteine 331.  
Beton-Pflastersteine 167.  
Bieberschwänze 331—332.  
Bindevermögen des Tons (Prüfung) 268.  
Bimskies 189.  
Bocks Erdringofen 312.  
Bocks Kanalofen 308—309.  
Breccienmarmor-Nachahmung (Zement) 174.  
Brechwalzwerke 276—277.  
Brendels Gipspolygonplatten 186.  
Brennen der Ziegel 302—313.  
Brennofen-Trocknung (der Ziegel) 299.  
Brennöfen zur Ziegelherstellung 305—313.  
Brennprobe des Tons 269.  
Brennstoffe beim Ziegelbrennen 305.  
Brunnensteine 319.  
Bruynsche Bauplatten 186.

### C.

Cajalithsteine 203.  
Carrarit 204.  
Cassler Flammofen 308.  
Chamottesteine 328—331.  
Chemische Aufbereitung des Tons 273.  
Classens Torfmoordach 239.  
Crailsheimer Gipsstein 178.

### D.

Dachsteine (Ziegel) 331—338.  
Dämpfen der Steine 314.  
Deckensteine (Ziegel) 320—321.  
Desintegratoren 275.  
Desintegrator-Walzwerk 277.  
Deutscher Ofen 307.  
Diabaskunststein (Roscher) 173.  
Dorrys Prüfungsapparat auf Abnutzung 129.  
Drahtziegel (Stauß) 321.  
Dresdament 211.  
Dübelstein (von Katz) 166.  
Dunstrohre 343.

### E.

Eckardts Ringofen 312—313.  
Einsumpfen der Tone 272.  
Eiprofile der Tonrohre 340.  
Eisenformen 121.  
Elapidator 283.  
Engobieren der Ziegelsteine 314.  
Erdtrocknung der Ziegel 297.  
Erhärtungskessel 150—151.  
Estrich-Gips 176.  
Endapedon 211.

### F.

Falconier Glasbausteine 231.  
Falzziegel 334.

Falzziegelpresse 293—294.  
 Faust-Glasbausteine 232—233.  
 Feldbrandofen 306.  
 Feuerfeste Magnesitsteine 202.  
 Feuerglasierte Kalksandsteine 156.  
 Feuersicherer Ton 254—255.  
 Firstziegel 334.  
 Flachziegel 331—332.  
 Flintkunststein 173.  
 Flußmittel für Ton 263.  
 Formate der gewöhnlichen Ziegel 317—318.  
 Formen der Kunststeine 120—121.  
 Formsteine (Ziegel) 319—322.  
 Formstücke der Tonrohre 340—341.

## G.

Gasheizung des Ringofens 313.  
 Geolith 240.  
 Gewichts- und Raumangaben gewöhnlicher Ziegelsteine 316.  
 Gipsdielen 183—186.  
 Gipsformen 121.  
 Gips im Ton 259.  
 Gipskunststeine 176.  
 Glasbausteine 228—234.  
 Glasdachziegel 334.  
 Glasieren der Steine 315.  
 Glasuren 315.  
 Glatzwälzwerke 276.  
 Granitkunststein 137.  
 Granitoidplatten 173.  
 Granitplatten (Zementkunststein) 174.  
 Granulieren der Schlacke 194—195.  
 Graus Kunstmarmor (Gips) 179.  
 Graufärben der Steine 314.  
 Grotes Kunsttuffsteine 194.  
 Grotes plastische Asbestmasse 235.  
 Gummifliesen 241.

## H.

Härtung der Kunststeine 164.  
 Hakenverbinder 327.  
 Handnachpresse 286.  
 Handstreichen der Ziegel 284—285.  
 Hartglasbausteine Faust 232—233.  
 Hartmarmor (Gips) 177.  
 Hatt-Turnerscher Apparat zur Prüfung der Abnutzung 129.  
 Hauenschilds Hydrokalkstein 134.  
 Hoffmanns Ringofen 309—312.  
 Hoffmanns Verfahren zur Herstellung leichter Steine 192—193.  
 Hohlziegel 319.  
 Holzgranit 211.  
 Holzseilbretter 186.  
 Holzwell-Dielen 187.  
 Hourdi-Steine 321.

Hydrokalkstein 134.  
 Hygiene-Fußboden 211.

## I.

Ichyrola-Kunstsandsteine 162.  
 Infusoritkorkplatten 221.  
 Inkrustatstein 137.

## K.

Kalkaschenziegel 199.  
 Kalkolith-Kunststein 240.  
 Kalksandasphaltsteine 156.  
 Kalksandsteine 140.  
 — Allgemeines 140—141.  
 — chemische Fragen 141—142.  
 — Eigenschaften 153—155.  
 — Erhärtung 150—151.  
 — Färben 151—153.  
 — Herstellung 145—150.  
 — Prüfung 157—162.  
 — Rohmaterialien 143—145.  
 Kalksandstein-Abarten 155—157.  
 Kalksandsteine mit Eiseneinlagen 157.  
 Kalksandstein-Prüfung auf Feuersicherheit 125.  
 Kaminsteine 319.  
 Kanal-Sohlsteine 340.  
 Kaolin 254.  
 Kaseinsteine 240.  
 Kehl-Ziegel 334.  
 Keilsteine 319.  
 Keramosteine 234.  
 Klebers Kunststein 240.  
 Klinkerplatten 328.  
 Klinkersteine 327—328.  
 Klosterformat 318.  
 Knauffs Tonplatten 346.  
 Kochsalzglasur (Tonrohre) 315.  
 Kohlensaurer Kalk im Ton 261.  
 Kokolithplatten 186.  
 Kollergänge 274.  
 Konservierungsmittel 122.  
 Korkeiche 212.  
 Korkment 221.  
 Korkolith 211.  
 Korkpflaster 222.  
 Korksteine 212—224.  
 — Eigenschaften 218—220.  
 — Prüfung 222—224.  
 — Verwendung 220—221.  
 — Wärmedurchgang u. seine Bestimmung 214—218.  
 Kunstgranit 137.  
 Kunstkalksteine 132, 135, 204.  
 Kunstmarmor 239.  
 — (Gips) 180—183.  
 — (aus Zement) 173—174.  
 Kunstsandsteine 132, 135, 162, 204.  
 Kunsttuffsteine 192—194.

## L.

Lampels (Zement-) Kunststein 174.  
 Lehm 256.  
 Lehmsteine 239—240.  
 Leichtstein von Cordes 238.  
 Leimformen 121.  
 Leimwasser zum Anmengen der Gipssteine 180.  
 Letten 256.  
 Lignolith 211.  
 Lithoidsteine 241.  
 Löß 256.  
 Löws Kunststein 239.  
 Lüftungs-Dachziegel 334.

## M.

Mäcklers Prüfung auf lösliche Salze 130.  
 Magerungsmittel für Ton 262—263.  
 Magnesia-Asphalt-Kunststein 205.  
 Magnesiakalkzement 202.  
 Magnesiacement 202.  
 Magnesitbauplatten 206—208.  
 Magnesitbausteine 203.  
 Magnesitsteine (feuersichere) 202.  
 Magnesiumkunststeine 202—211.  
 Majolikafiesen 342.  
 Mansfelder Kupfer-Schlacken-Steine 200.  
 Marmorartiger Asbestkunststein 236.  
 Marmor, Nachahmung aus Gips 180—183.  
 Maschinelle Aufbereitung des Tons 273—283.  
 Matrize 121.  
 Mauersteine (Ziegel) gewöhnliche 316—319.  
 Metallik-Pflaster 199.  
 Meurer-Steine (Schwemmsteine) 191.  
 Mineralisierung von Sägespänen 175.  
 Mischmaschinen 120, 146—148.  
 Mosaiksteine aus Ton 328.  
 Müller-Pfeifersche Kanal-Trockenanlage 300—301.  
 Muffelofen 313.  
 Muffenrohrpresse 289.  
 Mundstücke der Strangpressen 290—291.

## N.

Nachgepresste Steine 285.  
 Nachgeschnittene Steine 285.  
 Nachpressen 286—287.  
 Neefgens Kunsttuffsteine 194.  
 Neelsens Gips- (Zement-) Dielen 187.  
 Nockenwalzwerke 277.  
 Nonnen- (u. Mönch-) Steine 332.

## O.

Österr. Normal-Ziegel-Format 318.  
 Ofenkacheln 343.  
 Organische Verunreinigungen im Ton 260.

## P.

Papierkorksteine 221.  
 Papyrolith 210.  
 Pfannendachsteine 332—334.  
 Pfeilersteine (Ziegel) 319.  
 Pflasterklinker 328.  
 Plastizität des Tons (Prüfung) 267—268.  
 Plattenschablone 121.  
 Pochwerke 278.  
 Pressen 121.  
 — für Ziegel 285—289.  
 — (Kalksandsteine) 148—150.  
 Primäre, sekundäre, tertiäre Tonlager 253.  
 Prüfung der Kunststeine 122 ff.

## R.

Rationelle Tonanalyse 265.  
 Revolver-Falzziegelpresse 293.  
 Rheinische Schwemmsteine 189—192.  
 Rohmaterial 176—177.  
 Rollenpresse (für Ziegel) 289.

## S.

Säulenummantelungssteine (Ziegel) 319.  
 Sägemehl (Torf usw.), Kunststein aus Gips 179—180  
 Sägespäne in Zementkunststeinen 174—175.  
 Scagliolplatten 186.  
 Scallas Anschlußmuffen 340.  
 Schädliche Beimengungen im Tone (Bestimmung) 270.  
 Schieferabfall-Steine 238—239.  
 Schilfbretter 186.  
 Schlackensteine (gegossene) 199—201.  
 Schlackenwolle 198.  
 Schlackenwolle-Steine 198.  
 Schlackenziegel 194—199.  
 — (besondere) 197.  
 Schlagwerke (Ton) 281—282.  
 Schlämmapparate 280—281.  
 Schlämmprobe des Tons 266—267.  
 Schwarzsche Aufbereitungsmaschine 144—147.  
 Schwefelkies im Ton 260.  
 Schwemmsteine (künstliche) mit Gips 191.  
 — (Rheinische) 189—192.  
 Schwindmaß des Tons (Prüfung) 268.  
 Sedimentation (Tonprüfung) 266.  
 Seeschlick-Steine 239.  
 Segerkegel 303—305.  
 Silika-Steine 155.  
 Sinkkästen in Ton 342.  
 Skrobaneks Torfstein 238.  
 Sorelscher Zement 202.  
 Sortiermaschinen 120.  
 Spreutafeln 186.  
 Spülbecken 343.  
 Stallsteine (Ziegel) 321.

Steinholz 208—210.  
 Steinmühlen 120.  
 Strangpressen 287—289.  
 — für Dachziegel 289.  
 Strucks Steinmasse 136.  
 Stuckgips 176.  
 Stufenpresse 287.

## T.

Tabelle der Mauersteinmengen 316—317.  
 Teilsteine der gewöhnlichen Ziegel 318.  
 Terrakotten 343.  
 Terralith 211.  
 Terranova-Kunststeine 178.  
 Terrazzo (Zement) 174.  
 Töpferton 255.  
 Tonablagerung in der Natur 252—254.  
 Tonarten 254—256.  
 Tonaufbereitung 271—273.  
 Tonbeimengungen (schädliche) 258—262.  
 Tonfärbung beim Brennen 257—258.  
 Tongewinnung 268—270.  
 Tonlagerentstehung 250—252.  
 Tonmergel 255—256.  
 Ton- (Roh-) Prüfung 264—270.  
 Tonrohre (Formstücke) 340—341.  
 — (Gabeln) 339—340.  
 — (gerade) 338—339.  
 Tonrohrpreise 339, 340, 342.  
 Tonschneider 278—280.  
 Tonsubstanz 252—253.  
 Torfkunststeine 238.  
 Torgament 210.  
 Transportvorrichtungen auf Ziegeleien 295—296.  
 Trockengerüste (Ziegel) 297—298.  
 Trockenpresse für Ziegel 292—294.  
 Trockenscheune (für Ziegel) 299.  
 Trocknen der Ziegel 296—301.  
 — in Kammern (der Ziegel) 299—301.  
 Trommelwerke (Ton) 282.  
 Trottoirklinker 328.  
 Turners Zementkunststein 174.

## U.

Überschieber für Tonrohre 340.  
 Uhlichs Tonreiniger 283.

## V.

Vanadium 259, 343—344.  
 Verblender (Normal-Formsteine) 326—327.  
 — (Ziegel) 323—326.  
 Viottis Gipsstein 179.  
 Voltzsche Masse 188—189.  
 — Patentmasse, Prüfung auf Feuersicherheit 126.

## W.

Walmziegel 334.  
 Walzenwerke (Ton) 275—278.  
 Wasserglas als Bindemittel 135.  
 Werner-Pfleidersche Mischmaschine 146.  
 Wurlitzit 138.

## X.

Xylolith 208—210.  
 Xylopal 211.

## Z.

Zementdielen 170.  
 Zementfliesen 168.  
 Zementkunststeine 162—175.  
 — Anwendungsgebiete 165.  
 — Härtung 164.  
 — mit Sägespänen 174—175.  
 Zement-Mosaik-Terrazzo 174.  
 Zementplatten 168.  
 Zerkleinerungsmaschinen 119—120.  
 Zickzackofen 312.  
 Ziegel (gewöhnliche) Druckfestigkeit 319.  
 — — Eigenschaften 318.  
 — (poröse) 319.  
 Ziegelfliesen 342—343.  
 Ziegelsteine, Geschichtliche Entwicklung 247—250.





2000



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307031

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300568